Electron S.R.L.

Design
Production &
Trading of
Educational
Equipment

B43S1 – COMMUNICATIONS NUMERIQUES

PANNEAU 1 - TRANSMISSION NUMERIQUE DE SIGNAUX ANALOGIQUES

MANUEL D'INSTRUCTIONS

11/2004

SOMMAIRE

1- Généralités

2- Modulation par impulsion et par impulsion codée

2-1- Rappel des Concepts de base.
2.2 – Échantillonnage
2.3 – Bande passante et Spectres
2.4 – Théorème de Shannon
2.5 – La fréquence de Nyquist
2.6 - Repliement

3 -Modulation par Impulsions Analogique: PAM, PWM et PPM

3.1 – Modulation d'Impulsions en Amplitude
3.2 – Modulation de Largeur d'Impulsions MLI (PWM)
3.3 – Modulation d'Impulsions en Position (PPM)
3.4 – Multiplexage par répartition de temps ou multiplexage temporel (TDM)

4 -Modulations d'impulsions Codées: PCM, DM and DPCM

4.1 – Quantification et Codage
4.2 – Erreur de quantification et bruit de quantification
4.3 – Quantification Linéaire et non Linéaire.
4.4 – Modulation d'impulsion Codée – multiplexage par répartition de temps (PCM TDM)
4.5 –Modulation Delta
4.6 – Modulation PCM Differentielle (DPCM)

5-Description du banc d'essais

6-Activités

6-1 – Activité 1: PAM TIME-DIVISION MULTIPLEX
6-2 – Activité 2: Opération PCM de base
6-3 – Activité 3 : Modulation par Impulsion Codée MIC (PCM TIME-DIVISION MULTIPLEX)
6-4 – Activité 4 : Modulation de largeur d'impulsions MLI. (PWM : Pulse Width Modulation)
6-5 – Activité 5 : Modulation d'impulsions en position (PPM : Pulse Position Modulation)
6-6 – Activité 6: Modulation DELTA
6-7 – Activité 7: Modulation Différentielle.
6-8 – Activité 8 : DPCM
6-9 – Activité 9 : le COMPANDER (compresseur- extenseur) AF.
6-10 – Activité 10 : Transmission dans un environnement bruité.

7- Dépannage des pannes simulées

8- Liste des défauts simulables

PAGE VIERGE

1 - Généralités

Ce simulateur est une collection de modules de circuits contenus sur un seul panneau de grande taille. Les modules permettent de monter un système de transmission complet et d'expérimenter les techniques les plus utilisées en modulation.
En plus des modules de bases servant à l'expérimentation des techniques de transmission, il existe des dispositifs auxiliaires comme une horloge, un générateur de base de temps, des générateurs de signaux analogiques et digitaux, etc..., et ce pour faciliter le travail et le rendre efficace. Chaque bloc de fonction ou module est clairement identifiable par un label ou des indications imprimées sur le panneau du simulateur.

Caractéristiques :

- Quadruple générateur de signaux basse fréquence intégré. Quatre sinusoïdes synchrones sont générées, chacune séparément et ajustable en amplitude. Elles seront utilisées comme signaux de test audio.
- Multiplexage et Modulation d'impulsion en amplitude (PAM-TDM), opérant sur 4 sources analogiques indépendantes (canaux).
- Récepteur et démultiplexeur PAM, fonctionnant comme récepteur terminal d'un système de transmission PAM-TDM.
- Encodeur PAM - PCM, avec convertisseur Analogique Numérique CAN flash 8 bits.
- Convertisseur / décodeur PCM – PAM.
- Encodeur PWM / PPM (Pulse-Width and Pulse-Position Modulation).
- Décodeur PWM / PPM.
- Modulateur / démodulateur Delta.
- Codeur / décodeur DPCM (PCM différentielle).
- Compander Audio (compresseur- extenseur) pour montrer le fonctionnement des techniques de codage et décodage adaptatives.
- Simulateurs de pannes par 8 interrupteurs cachés sous un couvercle accessible à l'instructeur seulement. La simulation d'erreurs sous contrôle d'un PC est possible en utilisant l'interface PC de simulation d'erreurs B1178.

Thèmes d'études :

- Les principes de l'échantillonnage et du multiplexage par division de temps.
- Les techniques de modulation PAM. PWM, PPM et DELTA.
- Encodage numérique (PCM), quantification d'erreur, quantification de bruit.
- Bande passante et spectre
- Théorème de Shannon et fréquence de Nyquist.
- Effet du bruit sur le système de transmission (en utilisant le canal de transmission du banc d'essais B43S2).

– Dépannage des systèmes de transmission.

Le B43S1 est fabriqué en suivant les normes pour assurer la sécurité des personnes et de l'équipement lui-même. Ce module est alimenté par une source basse tension de faible puissance. Utiliser le bloc d'alimentation B4192 pour une limitation de courant adéquate et une protection contre la surcharge.

Les entrées sorties de ce module sont raisonnablement protégées contre les mauvaises manipulations comme les courts-circuits.

Ce banc d'essai est fourni avec ces câbles et le manuel d'instruction.

Pour l'efficacité de certaines expériences, l'utilisation du banc B43S2 est recommandée. Ce banc comporte un simulateur de canal de transmission et un compteur d'erreur utiles pour effectuer des mesures sur la qualité de la transmission.

2- Modulation par impulsion et par impulsion codée

2-1- Rappel des Concepts de base.

Les données expérimentales et les fonctions mathématiques sont souvent affichées comme des courbes continues, même si c'est un nombre fini de points discrets qui ont été utilisés pour construire le graphique. Si ces points, ou échantillons, sont suffisamment rapprochées, une courbe lisse peut être tracée en suivant ces points, et les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées avec un degré d'exactitude raisonnable.
On peut donc dire que l'affichage en continu est décrit de façon adéquate par les points d'échantillonnage seul.

De la même façon, un signal électrique satisfaisant à certaines exigences, peut être reproduit entièrement à partir d'un ensemble approprié d'échantillons instantanés. Si tel est le cas, et la théorie de l'échantillonnage va nous dire quelles sont les conditions nécessaires, nous aurons seulement besoin de transmettre les valeurs des échantillons tels qu'ils se présentent au lieu d'envoyer un signal continu. Ceci est la modulation d'impulsions.

La distinction fondamentale entre la modulation d'impulsion et la modulation par onde porteuse est la suivante: dans la modulation par onde porteuse, certains paramètres de l'onde modulée varient en continu avec le message, en modulation d'impulsions, certains paramètres de chaque impulsion sont modulés par la valeur d'un échantillon particulier du message. Habituellement, les impulsions sont très courtes par rapport au temps qui les sépare, aussi, une onde d'impulsions modulées en à zéro (off) la plupart du temps.

En raison de cette propriété, la modulation d'impulsions offre deux avantages potentiels sur la modulation par onde porteuse. Tout d'abord, la puissance transmise peut être concentrée sur de courtes durées, plutôt que d'être délivrée en continu. Cela permet à l'ingénieur système un plus grand choix de sélection de matériel, étant donné que certains dispositifs, tels que les tubes micro-ondes à forte puissance et les lasers, ne sont utilisables que sur une base pulsée.

Deuxièmement, les intervalles de temps entre les impulsions peuvent être remplis par des valeurs d'échantillon d'autres messages, ce qui permet la transmission de nombreux messages sur un même système de communication. Ce multiplexage dans le temps est connu sous le nom de multiplexage par répartition de temps (TDM : time-division multiplexing).

Une autre distinction entre la modulation d'impulsions et la modulation par onde porteuse est que l'onde pulsée contient une composante continue et

des basses fréquences. Une transmission efficace implique donc une seconde opération, à savoir une modulation par onde porteuse afin de fournir une translation de fréquence complète. Dans cette optique, la modulation d'impulsions est une technique de traitement des messages plutôt que de la modulation dans le sens habituel du terme. En fait, l'utilisation la plus courante de la modulation d'impulsions est le traitement de messages pour le multiplexage par répartition de temps (TDM).

Il existe deux types de modulation d'impulsions:

- analogiques, tels que la modulation d'*amplitude* par impulsion (PAM : Pulse Amplitude Modulation), La modulation de largeur d'impulsions MLI (PWM : Pulse Width Modulation) ou la modulation d'impulsion en position (PPM : Pulse Position Modulation), qui est à bien des égards, sont similaires à la modulation linéaire,
- et La *modulation* par impulsions codées ou digitales, qui n'a pas d'équivalent en modulation par onde porteuse.

Pour les deux types de communication par impulsions, l'opération clé est d'extraire des valeurs des échantillons du message d'onde. Nous allons donc commencer nos rappels théoriques à partir de ce point.

2.2 – Échantillonnage

Prenons le circuit simple de la Fig.1A. L'interrupteur passe périodiquement entre deux contacts à la fréquence d'échantillonnage **fs**. L'intervalle de temps entre deux impulsions d'échantillonnage successives est la période d'échantillonnage **Ts =1/fs.**
Le temps pour laquelle le contact reste en position «ON» est indiqué par T.

La figure 1B montre la structure de la forme d'onde résultant: le signal original semble "haché" à la vitesse de fonctionnement de l'interrupteur, mais reste «substantiellement reconnaissable". Nous étudierons plus tard qu'elles sont les conditions pour faire en sorte que le contenu du signal original ne soit pas perdu.

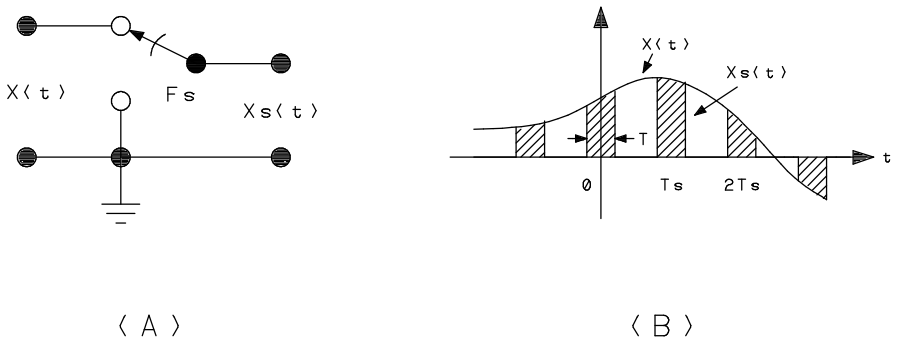


FIG.1 - THE PRINCIPLE OF SAMPLING AN ANALOGUE SIGNAL
4310APF1

2.3 – Bande passante et Spectres

Il ressort clairement de la figure. 1B que la présence dans le signal de sortie d'impulsions à bord raide implique que le spectre du signal échantillonné est beaucoup plus large que l'original et donc le canal de transmission devra avoir une bande passante beaucoup plus large que pour le signal original.

Heureusement des supports de transmission large bande devient de plus en plus accessibles (micro-ondes, laser, fibre optique, etc.) et même si il en résulte un gaspillage de bande passante inhérent aux systèmes de modulation d'impulsions, ceci est équilibré par d'autres avantages de cette technique, comme nous le verrons plus loin.

L'opération, réalisée par le commutateur, est appelée de différentes manières: commutation à interrupteur terminal unique, hachage unipolaire, etc...
Un Ingénieur en Communication a dit que l'interrupteur effectue "un mixage non linéaire" du signal original avec un signal carrée de faible rapport cyclique.

La figure 2A représente un possible spectre de fréquences pour le signal original que nous avons envisagé, la bande limitée à **FM.** Après un mélange non linéaire avec l'onde carrée à la fréquence d'échantillonnage **fs**, le spectre va devenir comme celui de la Fig. 2B. L'enveloppe du spectre des composantes est la bien connue courbe "en forme de cloche", typique des spectres des impulsions carrées.

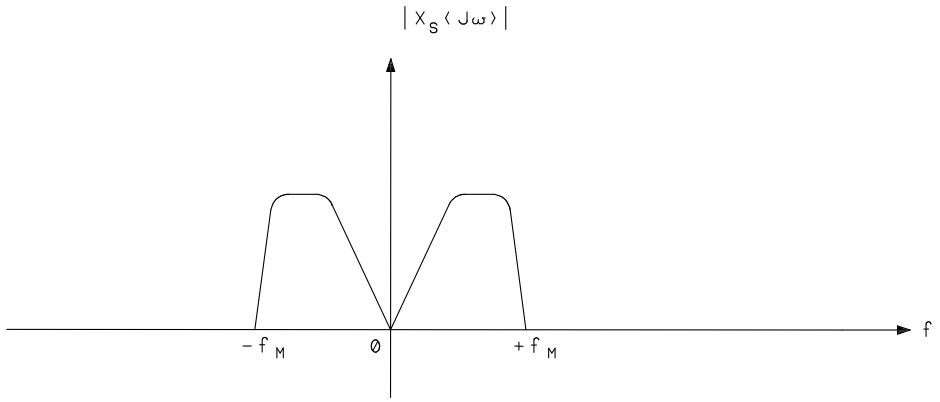


FIG.2A - FREQUENCY SPECTRUM OF THE ORIGINAL SIGNAL X(t) (EXAMPLE)

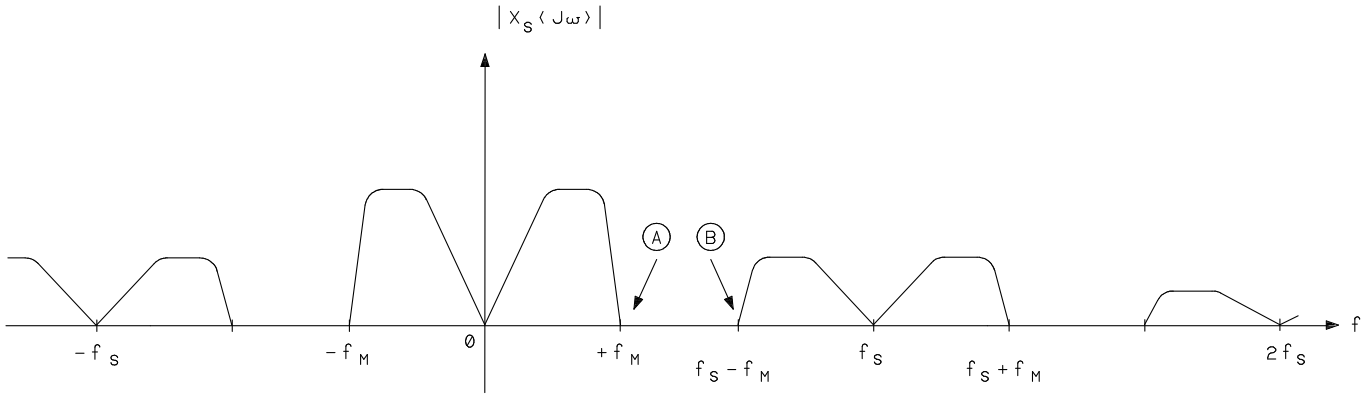


FIG.2B - SPECTRUM OF THE SIGNAL OBTAINED BY SAMPLING X(t) AT FREQUENCY f_S.

4310APF2 ((A) AND (B) =TEXT REFERENCES)

2.4 – Théorème de Shannon

Ce Shannon est le père de la théorie de l'information. Le théorème qui porte son nom est aussi appelé théorème d'échantillonnage et très brièvement, énonce deux conditions fondamentales pour la préservation du contenu de l'information original d'un signal dans un processus d'échantillonnage:

- La largeur d'échantillonnage (T dans la Fig. 1B) doit être brève, tendant vers zéro.
- L'intervalle d'échantillonnage doit être telle que la fréquence d'échantillonnage (fs = 1 / T) est au moins égal au double de la composante fréquentielle maximale dans le spectre du signal original.

La seconde des deux conditions est la plus importante. Elle indique le taux minimal d'échantillonnage pour qu'un signal donné soit correctement transmis ou, inversement, pour un système d'échantillonnage à un taux d'échantillonnage **fs**, elle indique la composante fréquentielle maximale transmissible pour le signal original.

Une démonstration de ce théorème demande des notions mathématiques dépassant la portée de ce manuel. Une explication intuitive de celui-ci sera toutefois donnée dans le paragraphe suivant.

2.5 – La fréquence de Nyquist

La fréquence d'échantillonnage satisfaisant la condition du paragraphe précédent est appelée fréquence de Nyquist, du nom d'un autre mathématicien qui a travaillé sur la question.

Pour comprendre la signification de celle-ci, observer la Fig. 2B dans laquelle on imagine réduire progressivement la fréquence d'échantillonnage **fs**. On atteint un point où A et B coïncident. En descendant encore, les deux portions du spectre ont tendance à se chevaucher et à se confondre. La reconstruction du signal ne sera pas possible à partir de ce moment là.
La situation limite est où A et B coïncident, c'est-à-dire lorsque

$$f_m = f_s - f_m \quad \text{or} \quad f_s = 2f_m$$

2.6 - Repliement

Avec les mêmes arguments que pour le paragraphe ci-dessus, il est entendu que les signaux à transmettre par un système d'échantillonnage doivent être limités à une bande de fréquences.
Un signal est généralement considéré comme limité en fréquence lorsque les fréquences du signal au-dessus de Fm (voir Fig. 2A) sont faibles et ont peu d'importance dans la transmission d'informations. Cette condition n'est pas suffisante lorsque l'échantillonnage concerne n'importe quelle fréquence au-dessus de fm ce qui inévitablement va générer des chevauchements des composantes spectrales. A la restitution, les fréquences originalement à l'extérieur de la bande du message nominal, vont apparaître à la sortie en grande partie, sous la forme des fréquences les plus basses.

Ce phénomène de translation des fréquence vers le bas se produit chaque fois qu'une composante de fréquence est sous-échantillonnée, c'est-à-dire fs <2Fm, et à ce phénomène est donné le nom descriptif de repliement (Aliasing). L'effet de repliement est beaucoup plus grave que de mauvaises fréquences transmises par des filtres de reconstruction non idéaux, parce ne relevant pas de la bande du message, alors que le repliement des composants peut entrer dans la bande du message. Le Filtrage du message avant l'échantillonnage et, le cas échéant, l'échantillonnage, à une fréquence beaucoup plus grande que le taux nominal de Nyquist empêche le repliement.

Une autre cause importante de distorsion dans les systèmes d'échantillonnage, lié au phénomène de repliement est que la première condition du théorème de Shannon ne peut être satisfaite dans la pratique, puisque les systèmes réels fonctionnent avec des impulsions d'échantillonnage de courtes durées mais non nulles.
Cela signifie que le spectre du signal échantillonné sera différent de cas idéal de la Fig. 2B. En particulier, des pics apparaissent dans l'enveloppe en forme de cloche originale du spectre des amplitudes. (Si nécessaire, réviser les manuels scolaires portant sur la théorie des spectres de Fourier pour différentes largeurs de train d'impulsions pour comprendre cela).
Les pics se chevauchent et génèrent un écrasement excessif des composantes lors de la reconstruction, avec un processus similaire au repliement. En d'autres termes, on peut dire que les signaux carrées utilisés pour l'échantillonnage contiennent des harmoniques qui interfèrent avec le signal échantillonné, produisant des basses fréquences indésirables.

3 – Modulation par Impulsions Analogique: PAM, PWM et PPM

Si un message est correctement décrit par ses valeurs d'échantillons, il peut être transmis par modulation d'impulsions analogiques, dans lequel les valeurs des échantillons sont directement modulées dans un train d'impulsions périodiques avec une impulsion pour chaque échantillon. Il existe de nombreuses variétés de modulations d'impulsions analogiques et la terminologie n'a pas été normalisée. Toutefois, les trois types qui nous concernent sont généralement désignées comme : modulation impulsions en amplitude (PAM), modulation de largeur d'impulsions (PWM) et modulation d'impulsions en position (PPM). La PWM et PPM sont aussi regroupés sous le titre général de la modulation d'impulsions dans le temps.

La figure 3 présente un message type et les signaux correspondant aux impulsions modulées. Par souci de clarté, les impulsions sont présentées comme étant rectangulaires, et la durée de l'impulsion a été grossièrement exagérée.

En outre, les signaux modulés réels sont légèrement retardée par rapport au message, car les impulsions ne peuvent être générées avant les instants d'échantillonnage.

Comme le montre la figure, les paramètres d'impulsions modulés - l'amplitude, la durée ou la position relative – varient proportionnellement aux valeurs des échantillons.

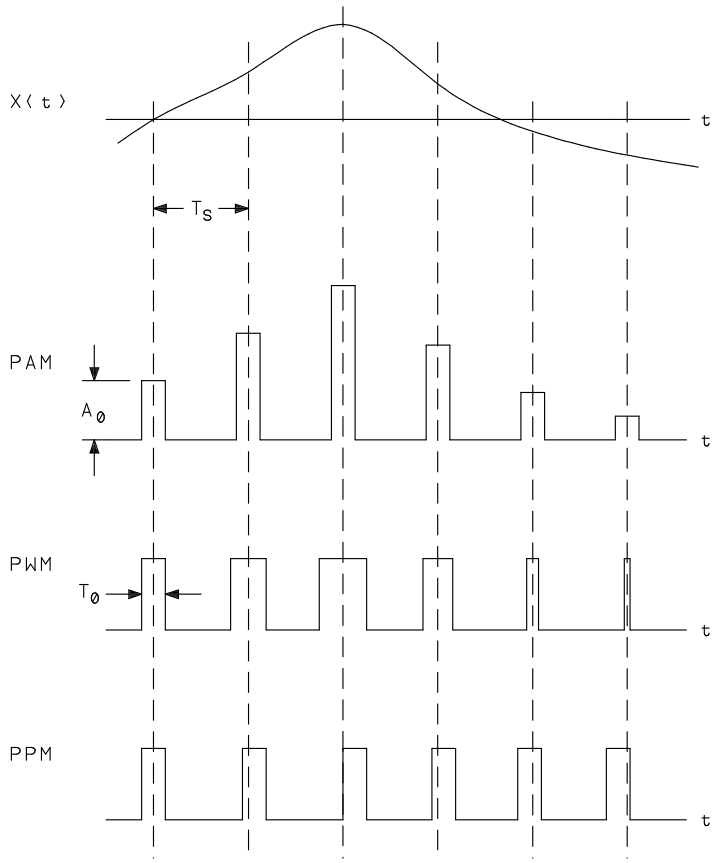


FIG.3 - TYPES OF ANALOG PULSE MODULATION.

4310APF3

3.1 – Modulation d'Impulsions en Amplitude

La modulation d'impulsions en amplitude (PAM : Pulse Amplitude Modulation) le signal se compose d'impulsions unipolaires ou bipolaires dont l'amplitude est proportionnelle à la valeur instantanée de l'échantillon du message. Le signal PAM est souvent utilisé comme l'entrée d'un convertisseur analogique numérique d'impulsions modulées qui va changer les signaux analogiques en codes binaires.
On peut établir un parallèle entre le PAM et la Modulation d'amplitude Linéaire d'une onde porteuse: dans les deux cas, l'amplitude d'un signal transmet le message d'information. La PAM en effet, souffre des mêmes inconvénients que la modulation d'amplitude (AM) comme l'atténuation, la distorsion et le bruit.

Reconstitution du signal PAM

Lorsque le signal PAM est transporté sur les lignes téléphoniques, un simple filtre passe-bas au niveau de la réception contournera la fréquence du train d'impulsion et remplira suffisamment les espaces entre les impulsions pour rétablir fidèlement le signal du message. Lorsque le signal PAM est utilisé pour moduler directement une porteuse de transmission radio de plus grande fréquence, le détecteur AM au niveau du récepteur agira en tant que filtre passe-bas pour supprimer la fréquence des impulsions. Encore une fois, aucune fidélité n'est perdue. La seule précaution à prendre dans le processus de reconstitution est de veiller à ce que le filtre passe-bas ait une réponse en fréquence linéaire sur toute la gamme de fréquences et fournit suffisamment d'atténuation en dehors.

3.2 – Modulation de Largeur d'Impulsions MLI (PWM)

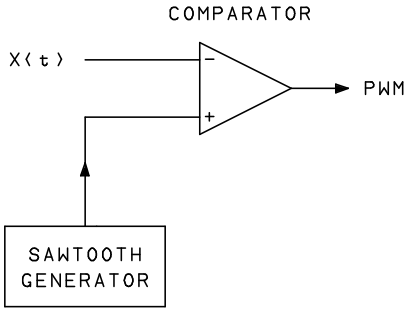
Dans la modulation de largeur d'impulsions (PWM), l'amplitude de chaque échantillon du signal original est encodée dans la durée d'une impulsion lui correspondant. La durée d'une impulsion est un paramètre qui est relativement à l'abri de détériorations (atténuation et bruit) pendant la transmission. Les avantages de la PWM par rapport à la PAM sont les mêmes avantages qu'offre la FM analogique par rapport à la conventionnelle AM.

La figure 4 montre le principe de fonctionnement d'un modulateur PWM.

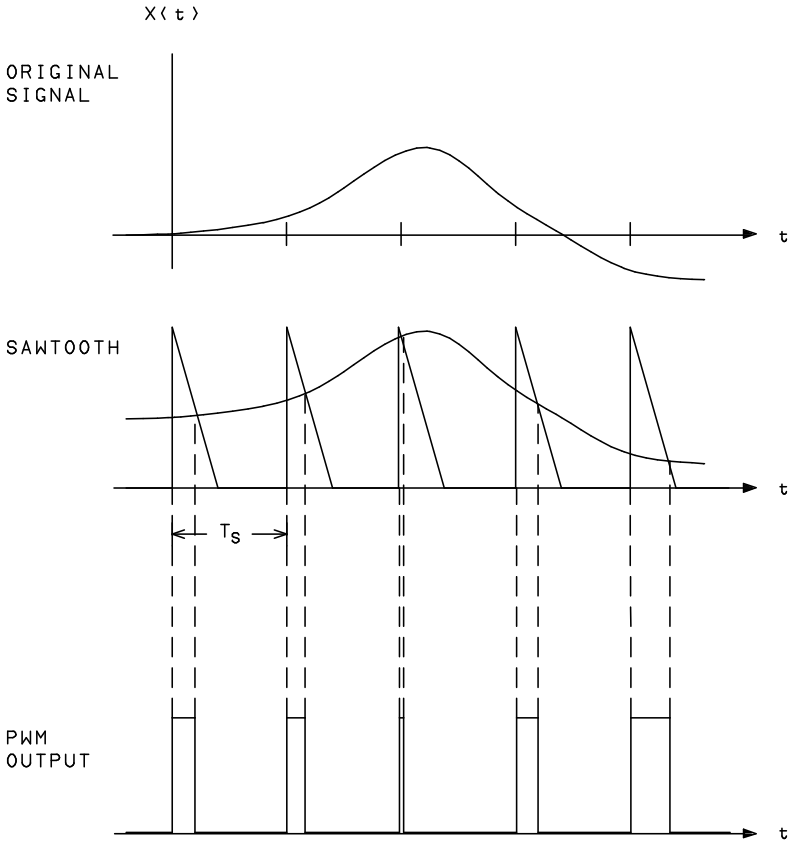
Reconstitution PWM

Lorsque le signal PWM arrive à destination par le biais de lignes téléphoniques, le circuit de reconstitution utilisé pour décoder le signal d'origine est un simple intégrateur (filtre passe-bas). La charge sur la capacité du filtre sera la moyenne de la tension dans tout le cycle de l'onde PWM. Lorsque la largeur d'impulsion est large, par exemple 95% du temps d'un cycle (période), la tension de charge sur le condensateur sera d'environ 95% de la tension de crête. Lorsque la largeur d'impulsion est étroite, disons 5% du temps d'un cycle, la tension de charge sur le condensateur sera d'environ 5% de la tension de crête. La tension de sortie reconstituée aura une amplitude qui correspondra à la largeur de l'impulsion dans le signal PWM.

Lorsque le signal PWM arrive à destination par le biais d'un signal émis par une antenne, il s'agit d'un signal porteur à double bande latérale qui doit d'abord être détecté par un redresseur à diode, puis passer à travers un intégrateur (filtre passe-bas). Le détecteur des récepteurs radios AM est tout ce qui est nécessaire pour accomplir cette tâche. Cela signifie que le détecteur d'un un récepteur radio AM ordinaire décode le signal PWM - AM(double modulation) transmis sans modification de circuit.



(A)



(B)

FIG.4 - PWM GENERATION. (A) = BLOCK DIAGRAM OF THE MODULATOR
4310APF4 (B) = WAVERFORMS

3.3 – Modulation d'Impulsions en Position (PPM)

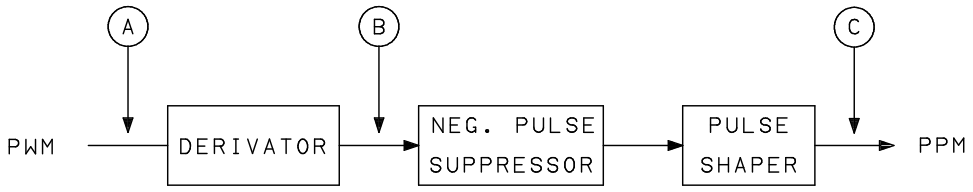
En modulation d'impulsions en position (PPM) l'amplitude de chaque échantillon du signal d'origine est convertie en la position d'une impulsion par rapport à une référence pré-établie.

Dans les systèmes PPM, le signal analogique est transformé en un signal PWM (Modulation de largeur d'impulsion) en premier lieu, puis le signal PWM est converti en un signal d'impulsions modulées en position. Cette double modulation de l'émetteur semble superflue, mais on améliore l'immunité au bruit. La raison pour laquelle le signal PWM n'est pas utilisé devient évident si l'on compare la présence d'erreurs au niveau du récepteur sous des conditions de fort bruit pour les trois formes de modulation (PAM, PWM et PPM). La transmission par modulation d'impulsions en position (PPM) est de loin supérieure aux deux autres systèmes en rejetant le bruit qui va introduire des erreurs. C'est son atout majeur. Les principaux inconvénients sont une plus grande complexité et un coût plus élevé du circuit.

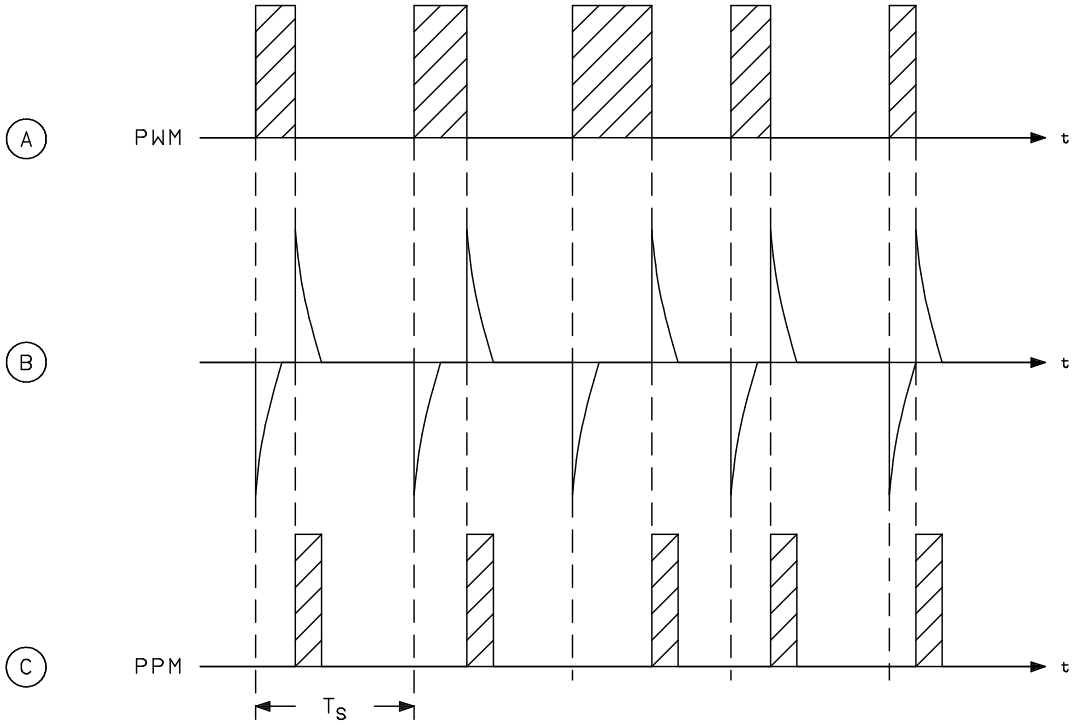
Le signal PWM de la Fig. 5 sera utilisé comme signal d'entrée d'un dérivateur inverseur suivie par un bloc supprimant les impulsions négatives et un autre pour la mise en forme et la transmission.

Reconstitution de la transmission PPM

Au niveau du récepteur, une impulsion de référence de fréquence fixe est générée à partir du signal d'entrée PPM pour activer une bascule (bistable multivibrateur). Le signal PPM est également appliquée à l'entrée de remise à zéro RESET de la bascule pour l'arrêt. Cela recrée le signal PWM, qui à son tour sera démodulé par un simple filtre passe-bas (tension moyenne).



〈A〉



〈B〉

FIG.5 - GENERATING PPM FROM PWM. 〈A〉=BLOCK DIAGRAM. 〈B〉=WAVEFORMS.

4310APF5

3.4 – Multiplexage par répartition de temps ou multiplexage temporel (TDM)

Dans ce paragraphe il est fait référence au principe de multiplexage des signaux PAM. Le même principe s'applique pour le multiplexage des signaux PWM et PPM.

Le but initial de PAM est de conserver la puissance dissipée dans les amplificateurs basse fréquence.

L'utilisation d'un faible rapport cyclique des impulsions dans un système PAM, l'amplificateur (et système) ne fonctionne pas, par exemple, pendant 75% du temps. Il est souhaitable que l'amplificateur travaille pendant les 25%, durée de l'impulsion, mais également souhaitable de permettre au système d'exécuter d'autres fonctions pendant les 75% du temps restant. Cette application est appelée multiplexage par partage de temps ou répartition de temps (en anglais TDM : time-division multiplexing).

Le système de multiplexage de la Fig. 6 autorise le transport de quatre signaux PAM sur une seule paire de fils en même temps, sans interférences et sans augmenter la bande de fréquences au-delà de celles des messages individuels. Chacun des quatre signaux de la Fig. 6 contient toutes les fréquences entre 300 Hz et 3 kHz; en tant que telle, la figure peut être la représentation de quatre conversations téléphoniques. L'horloge générant les impulsions de sortie est un signal carrée de 8KHz et rapport cyclique de 25% et est utilisé pour l'activation de Q1, un commutateur électronique analogique. La même impulsion de commande est retardée de 90 ° (un quart de cycle) et est utilisée pour activer l'interrupteur Q2. Il est encore retardé de 90 ° (180 ° au total) pour activer T3 et T4 est fermé après un autre quart de cycle de retard. Notez que chaque amplificateur est utilisé pendant 25% du temps. Les quatre signaux PAM sont additionnés linéairement dans le sommateur à amplificateur , qui a un signal de sortie correspondant à la somme par partage de temps des tensions de la Fig. 7. La gamme de fréquence de sortie contient toutes les fréquences entre 300 Hz et 3 kHz et la fréquence du signal d'activation des commutateurs de 8x4 = 32 kHz.

Reconstitution d'une transmission TDM:

Quand un signal TDM est transporté sur un câble réseau vers le récepteur, il doit être accompagné par les informations de synchronisation pour permettre au récepteur de ré-attribuer correctement les informations de chaque créneau temporel au canal correspondant.

Les informations requises sont constitué de la synchronisation trame et de la synchronisation des créneaux temporels. Le premier informe le récepteur du début de chaque nouvelle trame, la deuxième de chaque nouveau créneau temporel (canal) dans la trame.

Dans les premiers systèmes, cette information a été transporté à la place d'un canal vocal pour bien transporter l'information de synchronisation trame (Association des canaux de signalisation), tandis que dans les autres systèmes, l'information de synchronisation est intégré dans les données (signalisation canal par canal). Dans la plupart des systèmes modernes, l'information de synchronisation et les autres signaux auxiliaires pour plusieurs voies TDM sont transportées sur une voie de transmission séparée (canal commun de signalisation).

Le récepteur est doté d'un oscillateur synchronisé avec une sortie retardée de la même manière que celle utilisée dans le modulateur. Dans notre exemple, une voie de transmission PAM a 4 canaux a chacune des impulsions d'activation des canaux retardées par un facteur de 90°. le canal 1 a un commutateur analogique, comme l'émetteur, qui sera activé au moment le signal du canal 1 entre dans le système. Les canaux 2, 3 et 4 seront mis en service au moment du passage des signaux (messages) qui leurs correspondent. Une fois les quatre signaux séparés en différents circuits, un filtre passe-bas (intégrateur) permettra de reconstruire l'information à impulsions en un signal analogique.

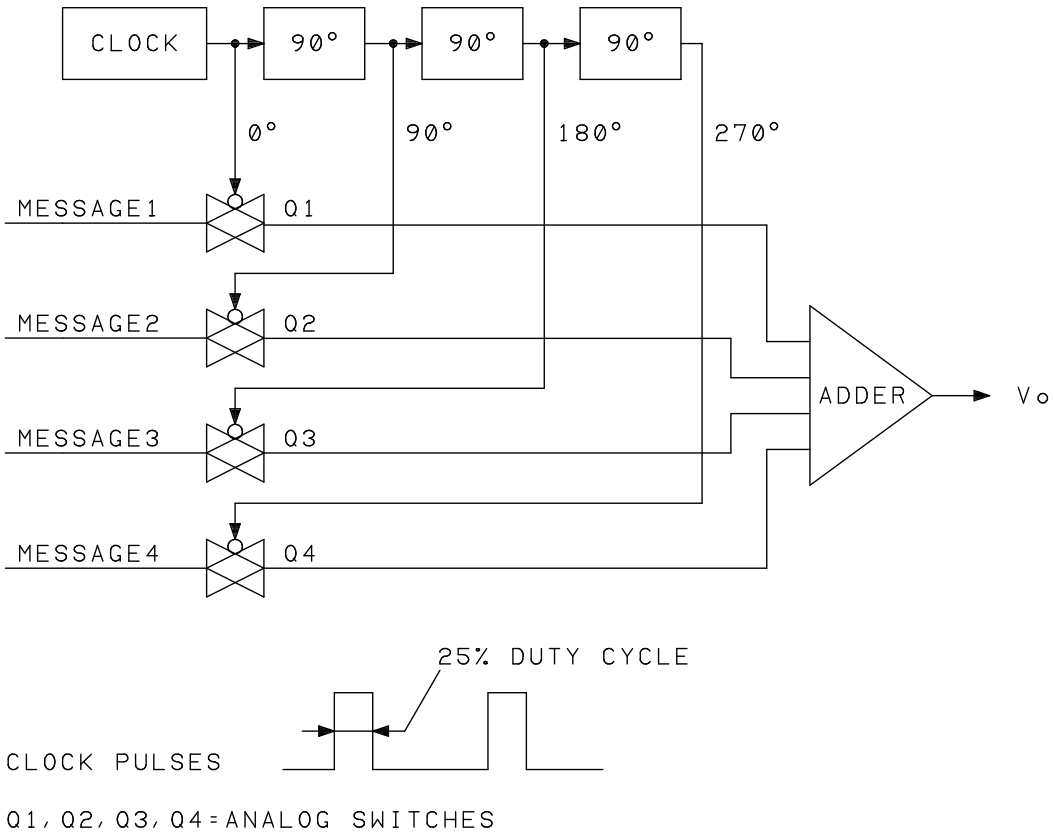


FIG.6 - THE PRINCIPLE OF PAM MULTIPLEXING - BLOCK DIAGRAM

4310APF6

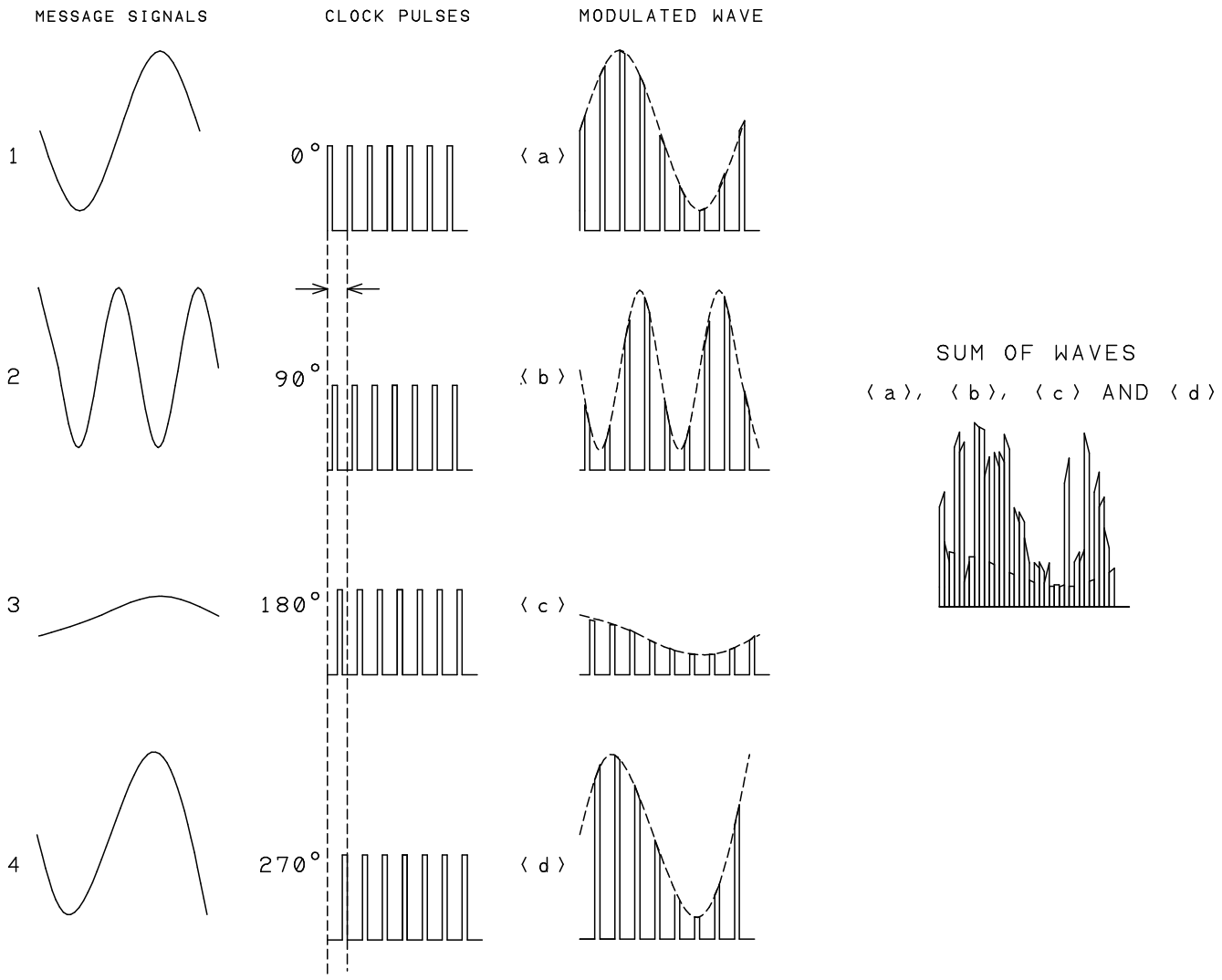


FIG.7 - WAVESHAPES FOR THE PAM-MULTIPLEXER OF FIG.6

B43S1F7

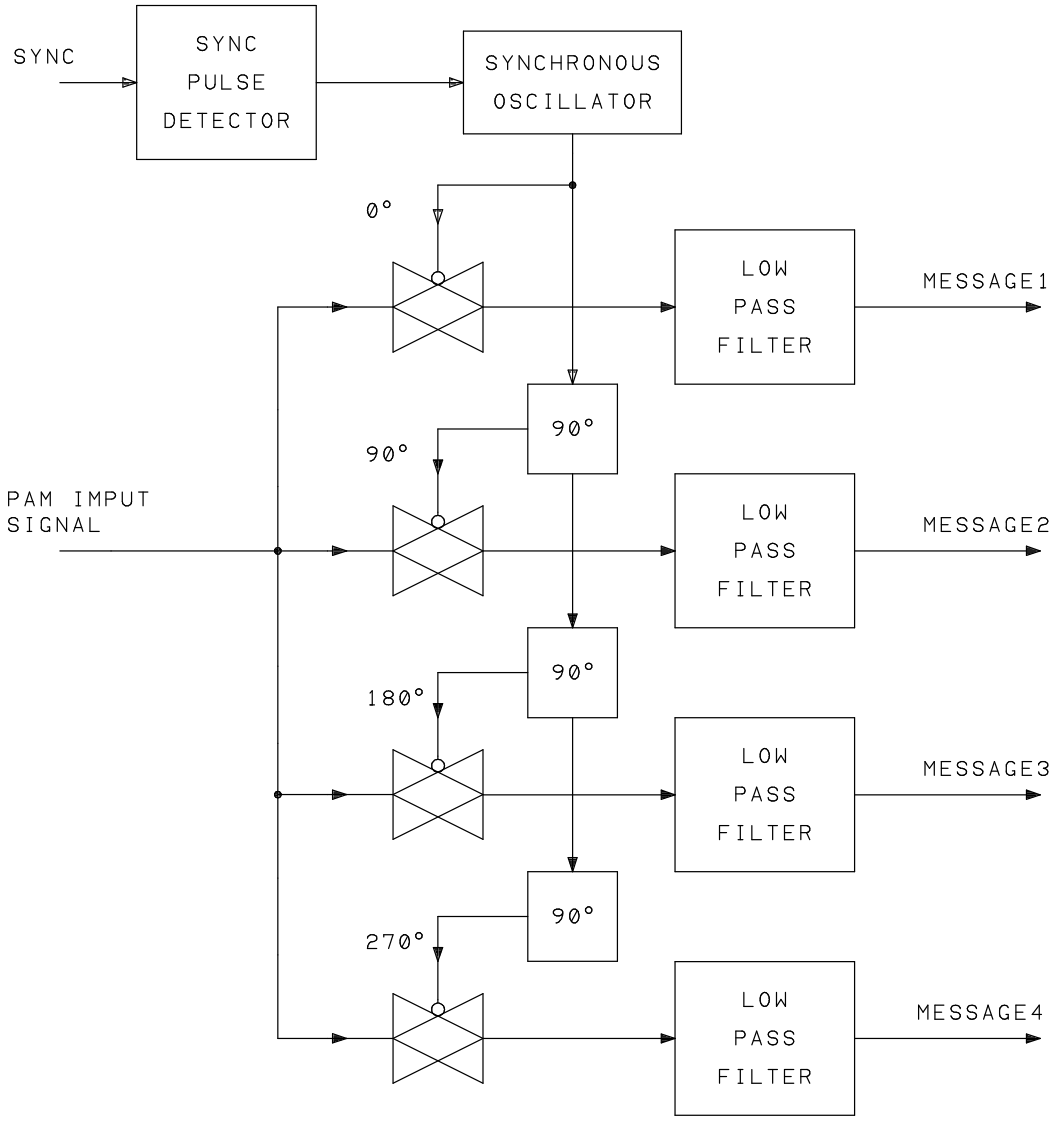


FIG.8 - SEPARATION (DEMULTIPLEXING) AND RECOVERY OF SIGNALS

4310APF8 FROMA TDM-PAM TRANSMISSION

4 – Modulations d'impulsions Codées: PCM, DM and DPCM

Les types de modulation mentionnés ci-dessus sont des représentations analogiques du message. La modulation d'impulsions codées (PCM : Pulse code modulation) est très différente dans son concept: C'est une modulation numérique dans laquelle le message est représentée par un groupe d'impulsions numériques (amplitude discrète). La modulation Delta (DM) et la modulation d'impulsions Codées Différentielle (DPCM : Differential Pulse code modulation) sont des variantes de la modulation d'impulsions codées PCM. Le raisonnement derrière la procédure de numérisation est le suivant.

Dans la modulation analogique, les paramètres modulés varient en permanence et peuvent prendre toute valeur dans l'intervalle de variation du message. Lorsque le signal est modulé par est bruité, il n'est pas possible pour le récepteur de discerner la valeur exacte transmise.
Supposons, toutefois, que seules quelques valeurs discrètes sont autorisés pour les paramètres modulés, si la séparation entre ces valeurs est importante par rapport aux nuisances sonores, il sera facile de décider précisément qu'elle valeur spécifique a été destinée au récepteur. Ainsi, l'effet de bruit aléatoire peut être pratiquement éliminé, c'est l'idée de la PCM. En parallèle à la propriété des amplitudes discrètes, pour les longues distances, la PCM peut employer des systèmes répétiteurs de régénération, ayant ainsi un avantage supplémentaire sur toute forme de transmission analogique.

La question qui se pose maintenant: c'est comment représenter un message analogique sous forme numérique? La réponse réside dans l'échantillonnage, la quantification et le codage.

Dans la PCM, l'amplitude de chaque échantillon du message original est codé en un nombre binaire, normalement en 8 bits, qui est ensuite transmis comme une séquence de "0" et "1", reçu et décodé par l'équipement terminal.

En modulation Delta (DM) la longueur du nombre binaire est un mot à un seul bit et l'algorithme de modulation est le suivant: à chaque instant d'échantillonnage, un "1" est transmis si l'amplitude de l'échantillon dépasse l'amplitude de l'échantillon précédent, sinon un «0» est transmis.

En modulation PCM différentielle (DPCM), chaque échantillon est comparé au précédent et la différence des amplitudes est codée en un nombre binaire (normalement un nombre de 8 bits) envoyé vers le récepteur.

4.1 – Quantification et Codage

Les éléments pour la génération des impulsions de modulation (PM) sont présentés sur la Fig. 9A. Le signal continu est d'abords filtré par un filtre passe-bas (pourquoi?) et échantillonné. Les valeurs des échantillons sont ensuite arrondies ou quantifiée à la plus proche valeur parmi les valeurs prédéterminées. Enfin un encodeur convertit les échantillons quantifiés en mots numériques codés appropriés, un mot codé pour chaque échantillon, et génère le signal PM en bade de base correspondant comme un signal numérique.

L'ensemble du processus illustré dans la Fig. 9A s'appelle conversion analogique-numérique. La Fig. 9B résume l'ensemble du processus sous forme graphique.

Comme plusieurs chiffres sont nécessaires pour chaque échantillon, il apparait que la bande passante du signal PCM est beaucoup plus grande que la bande passante du message.

4.2 – Erreur de quantification et bruit de quantification

Pendant la quantification, une erreur de quantification inhérente est effectuée, en raison de l'arrondissement de la valeur de chaque échantillon à la valeur du niveau de quantification disponible le plus proche (voir Fig. 9B). Au cours de cet arrondissement de valeur, un morceau de l'information est inévitablement perdu et sera de ce fait impossible de reconstituer la valeur exacte de l'échantillon dans le récepteur.
Seuls les valeurs analogiques discrètes seront reconstituées qui seront inévitablement des approximatives.

La figure 10A représente le signal de sortie du convertisseur numérique analogique d'un récepteur PCM. Le signal apparaît comme approximation en paliers (en escalier) du signal d'origine. On peut dire que le signal reconstruit est le signal original auquel on a superposé un bruit de quantification. Il est clair que l'erreur de quantification et le bruit de quantification dans un système sont liés à la hauteur des pas de quantification ou, inversement, au nombre de niveaux de quantification disponibles pour représenter le message original.

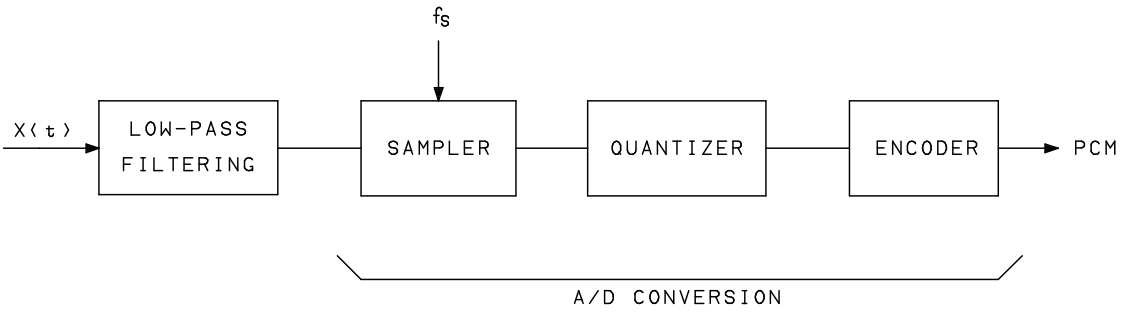


FIG.9A - PCM GENERATION SYSTEM

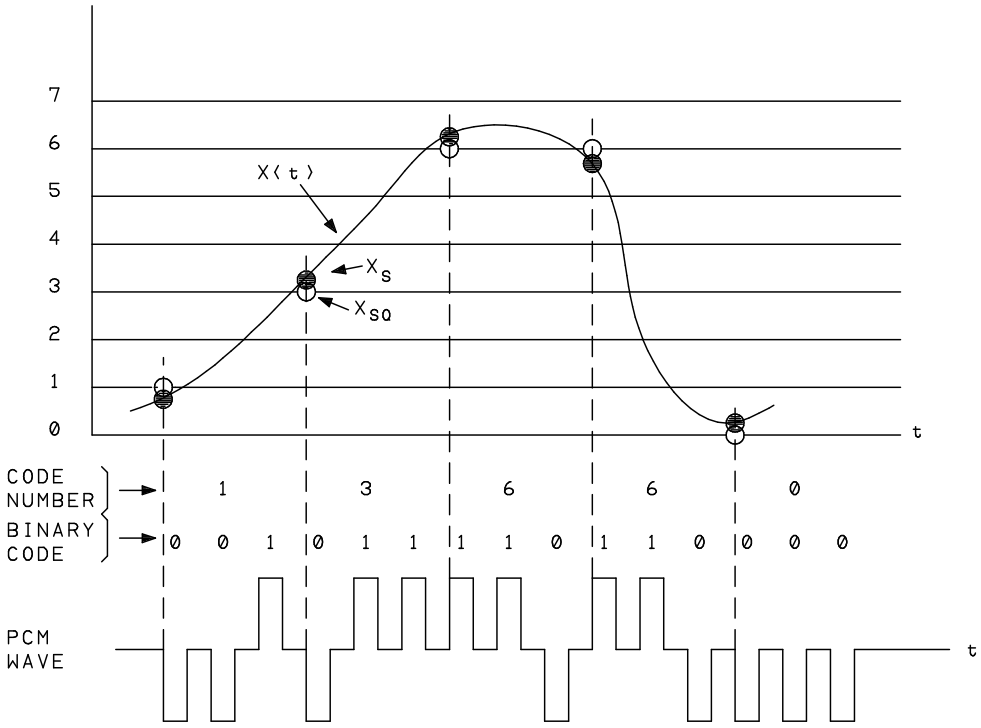


FIG.9B - GRAPHIC REPRESENTATION OF THE PROCESS OF PCM GENERATION

X(t) =ORIGINAL MESSAGE
X_s =SAMPLED VALUES
X_{sq} =QUANTIZED VALUES

B43S1F9

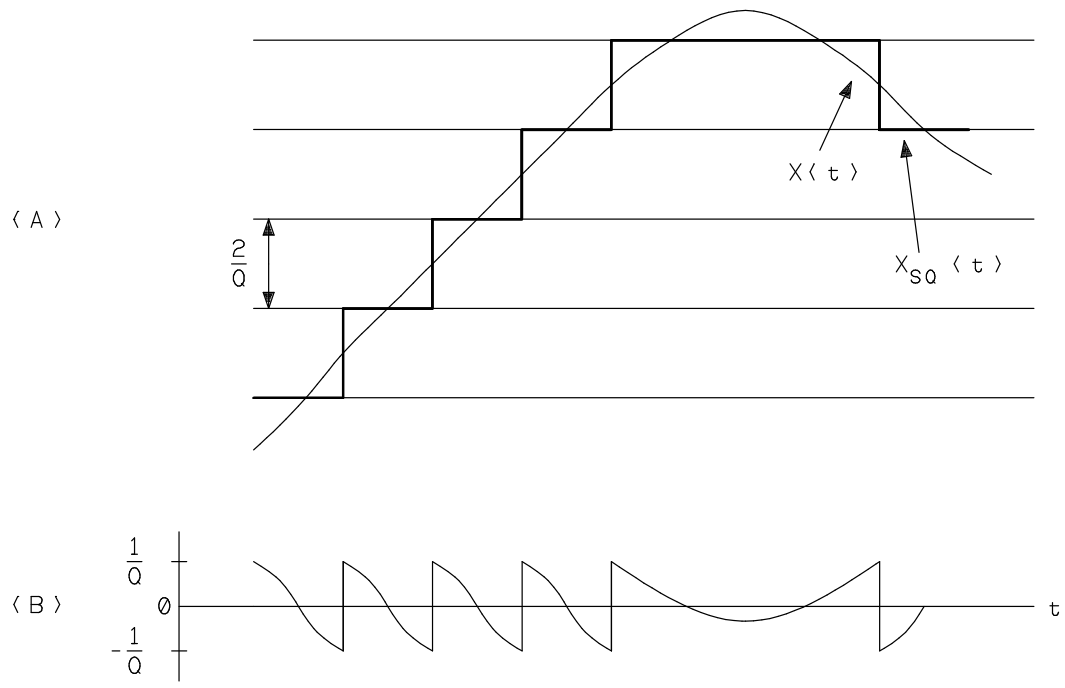


FIG.10 - (A) ORIGINAL MESSAGE (X(t)) AND STAIRLIKE APPROXIMATION (X_{SQ}(t))

(B) QUANTIZATION ERROR VS TIME (OR QUANTIZATION NOISE FOR RECEIVED MESSAGE)

4.3 – Quantification Linéaire et non Linéaire.

Dans le but d'améliorer la qualité de la transmission du système de transmission par impulsions Codées, plusieurs études ont été faites pour réduire le bruit de quantification.
En ce qui concerne les systèmes conçus pour le transport de la parole, par exemple, il a été noté que le signal électrique qui représente la voix humaine, une fois échantillonné, semble rester à un niveau «relativement faible» la plupart du temps, alors que des échantillons de grande amplitude sont relativement rares. Il semble donc plus important de reproduire fidèlement les niveaux de faible amplitude, alors qu'une erreur modérée peut être tolérée dans la reproduction des pics de haut niveau.

Cela conduit à l'idée de l'adoption d'un schéma de quantification non-uniforme (ou non-linéaire) pour la voix humaine, qui prévoit un pas plus petit (haute précision) pour les bas niveaux et un pas plus grand (précision inférieure) pour les niveaux élevés. La Fig.11 montre un exemple de quantification non-linéaire de ce type.

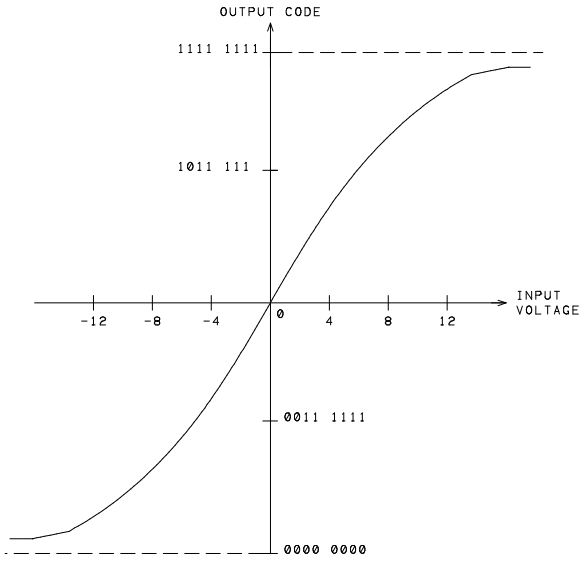


FIG.11 - EXAMPLE OF A NON-LINEAR QUANTIZATION SCHEME
B43S1F11

4.4 – Modulation d'impulsion Codée – multiplexage par répartition de temps (PCM TDM)

Le multiplexage par répartition de temps (TDM), ou multiplexage temporel, vient de l'idée de partager les mêmes installations de transmission (paire de câbles, câble, radio, etc.) entre plusieurs paires de signaux source/destination. Chaque source (un convertisseur Analogique Numérique d'un émetteur PCM, dans notre cas) est autorisée à utiliser les installations de transmission que pendant le temps nécessaire pour l'envoie d'un échantillon codé. Les sources envoient leurs échantillons codés l'un après l'autre et le cycle est lancé de nouveau dès que la dernière source a envoyé son code (voir Fig.12A et 12B).
Si le processus est répété assez rapidement, aucune dégradation significative de la qualité de chaque message transmis ne se produira, à condition que le système soit bien conçu.

Dans la terminologie des télécommunications, la fraction de cycle pour laquelle une source est autorisée à transmettre est appelé CRENEAU TEMPOREL. Une paire source / destination, transmettant un seul message, est appelée un CANAL. Le signal transmis par le système de transmission au cours d'un seul cycle de multiplexage est appelé TRAME. Une trame est composée d'autant de créneaux temporels que de paires source / destination (canaux). (En fait, il existe des systèmes dont la trame comprend plus de créneaux temporels que de paires source / destination. Le supplément de créneaux temporels permet d'effectuer des envois de données auxiliaires des émetteurs aux récepteurs).

Reconstitution d'une transmission TDM:

Quand un signal TDM est transporté sur un câble réseau vers le récepteur, il doit être accompagné d'une synchronisation des informations pour permettre au récepteur de réattribuer correctement les informations de chaque créneau temporel au canal de destination de la chaîne.
Les informations requises consistent en la synchronisation trame et la synchronisation des créneaux temporels. La première informe le récepteur du début de chaque nouvelle trame et la deuxième informe sur le début de chaque créneau temporel (canal) dans la trame.
Dans les premiers systèmes, cette information a été transporté à la place d'un canal vocal pour bien transporter l'information de synchronisation trame (Association des canaux de signalisation), tandis que dans les autres systèmes, l'information de synchronisation est intégré dans les données (signalisation canal par canal). Dans la plupart des systèmes modernes, l'information de synchronisation et les autres signaux auxiliaires pour plusieurs voies TDM sont transportées sur une voie de transmission séparée (canal commun de signalisation).

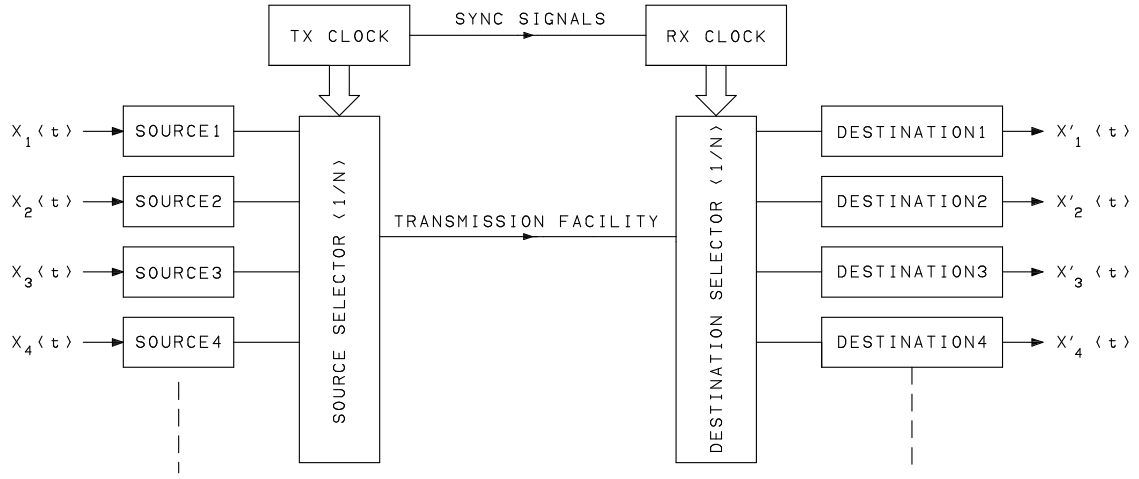


FIG.12A - THE PRINCIPLES OF PCM-TDM TRANSMISSION

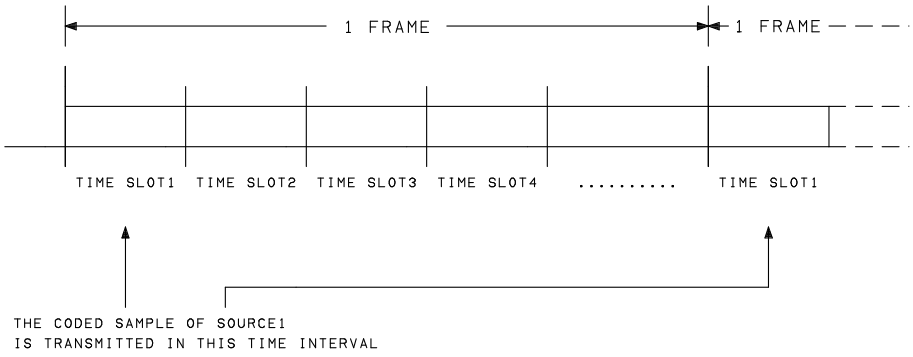


FIG.12B - THE FORM OF A PCM-TDM FRAME

4.5 –Modulation Delta

La Modulation Delta est une méthode de transmission qui offre l'avantage d'une relative simplicité de l'équipement terminal, à la fois dans la transmission et la réception, par rapport à la conventionnelle PCM. Ceci, ainsi que d'autres caractéristiques de cette méthode (qui apparaitront plus tard) est la raison de l'intérêt considérable qui est accordé à cette technique récemment.

Dans les systèmes PCM, chaque valeur d'échantillon est codée en une série de chiffres binaires. Chaque ensemble d'impulsions binaires donne des informations suffisantes pour permettre l'évaluation de la valeur quantifiée de l'échantillon correspondant. Par conséquent, le système n'a pas donc de mémoire. Avec la modulation Delta, la connaissance d'informations passées est utilisée pour simplifier la technique de codage et le format du signal résultant. Le signal est d'abord quantifié en niveaux discrets, mais la taille de chaque pas dans l'approximation en escalier de la fonction d'origine est maintenue constante. C'est à dire que le signal quantifié est contraint de passer par un seul niveau de quantification, à chaque instant de transition.

L'emplacement de ces pas est contrôlé pour correspondre aux instants d'échantillonnage. Ainsi, à chaque point d'échantillonnage, l'onde quantifiée doit soit augmenter ou diminué par pas standard. Le signal quantifié doit changer à chaque point d'échantillonnage. Il n'est pas permis de rester constant car cela se traduirait par trois actions, ce qui réduit à néant la possibilité d'utiliser les techniques de communication binaire. Un exemple de ce processus de quantification est montré dans la Fig.13.

Une fois l'opération de quantification effectuée, la transmission du signal quantifié devient une question de communication numérique. Nous allons tout simplement transmettre une chaîne de 1 et de 0. Un 1 indique une transition positive, tandis qu'un 0 indique une transition négative. Le train de bits transmis pour l'exemple de la Fig.13 serait alors

1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0

Un modulateur Delta (encodeur) peut être construit en utilisant un générateur de signal en escalier et un comparateur. A chaque instant d'échantillonnage, la sortie du générateur est comparée au signal d'entrée. Si l'entrée est supérieure à la fonction en escalier, en ajoute un pas positif. Si l'entrée est plus petite que l'escalier, il en résulte un pas négatif. La figure 14 montre un schéma du modulateur.

La figure 15 qui suit montre le schéma d'un autre modulateur Delta, qui utilise un intégrateur à la place du générateur de signal en escalier. L'intégrateur produit une approximation en escalier du message original, dans lequel chaque pas vers le haut ou vers le bas est le résultat d'une impulsion positive ou négative.

Le démodulateur d'un signal en modulation delta est un simple générateur en escalier (ou intégrateur). Si un 1 est reçu, le signal en escalier augmente positivement d'un pas. Si un 0 est reçu, le signal en escalier décrémente négativement d'un pas. Un filtre passe-bas qui lisse la sortie en escalier en une fonction continue suit habituellement le générateur. Ceci est illustré dans la Fig. 16.

La clé d'une utilisation efficace de la modulation delta est le choix intelligent de deux paramètres, taille du pas et période d'échantillonnage. Ces derniers doivent être choisis de telle sorte que le signal ne puisse pas changer trop vite pour les pas pour une poursuite précise. Si les pas ne peuvent pas suivre les changements dans le signal, il se produit une surcharge.

Étant donné que le signal a une fréquence de coupure supérieure définie, nous savons quel est le taux le plus rapide au quel il peut changer. Toutefois, pour tenir compte du changement le plus rapide possible dans le signal, la fréquence d'échantillonnage et / ou la taille du pas doit être augmenté. L'augmentation de la fréquence d'échantillonnage de la modulation Delta (codé) du signal nécessitera une bande passante plus large pour la transmission. D'autre part, l'augmentation de la taille du pas de quantification augmente l'erreur de quantification. A savoir, l'approximation par pas de la fonction devient très mauvaise quand la taille du pas augmente. Ceci est particulièrement évident pendant les périodes où la fonction est presque constante. La figure 17 montre les conséquences d'un mauvais choix de la taille du pas.

Comme dans le cas de la PCM, l'opération de quantification introduit un terme erreur de qui ne peut être annulé par traitement au niveau du récepteur.
La différence entre la fonction de quantification (approximation en escalier) et le message d'origine est défini comme le bruit de quantification.

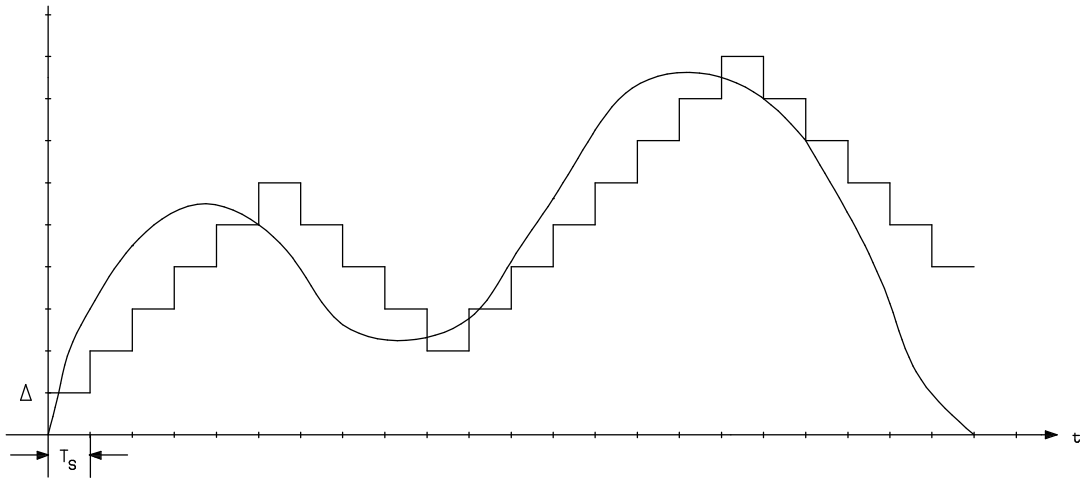


FIG.13 - EXAMPLE OF QUANTIZED SIGNAL FOR DELTA MODULATION
B43S1F13

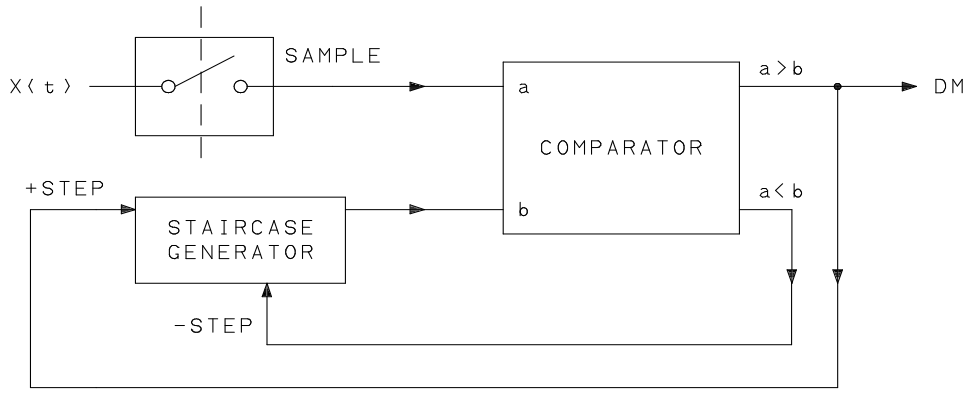


FIG.14 - DELTA MODULATOR B43S1F14

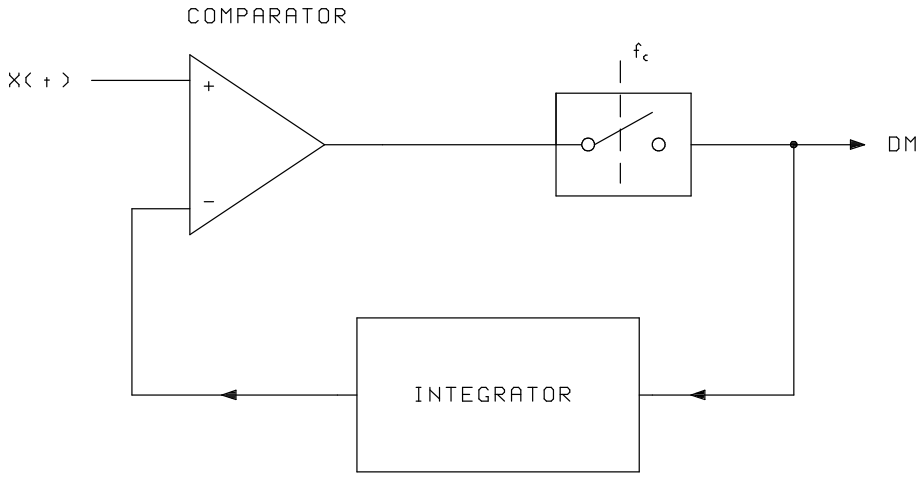


FIG.15 - ANOTHER TYPE OF DELTA MODULATOR

B43S1F15

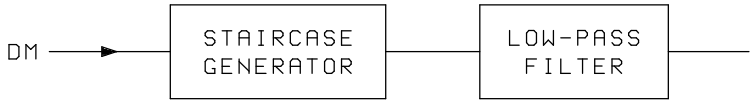


FIG.16 - DELTA DEMODULATOR

B43S1F16

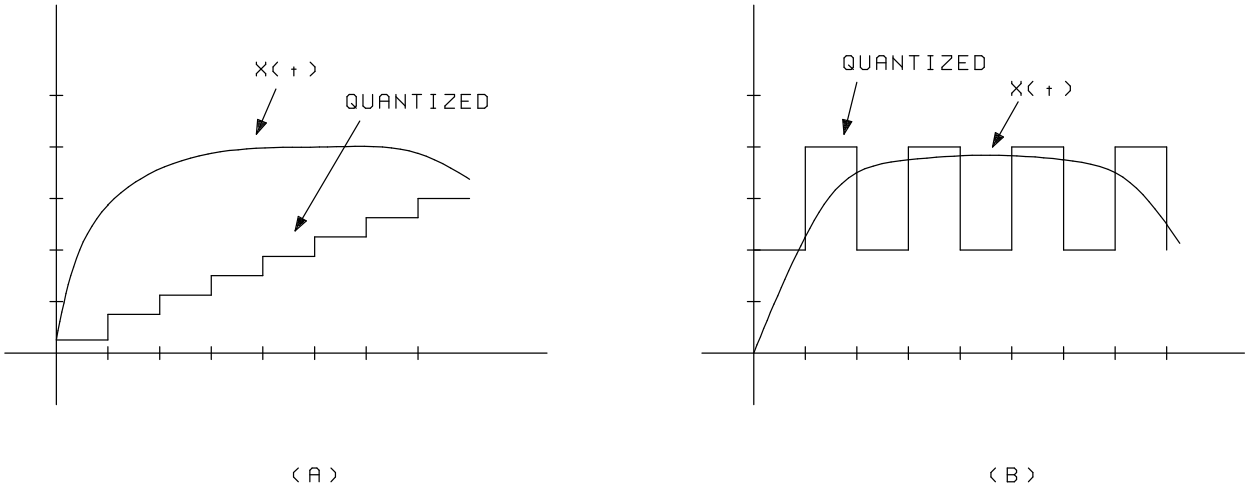


FIG.17 - IMPORTANCE OF PROPER STEP SIZE: (A) STEPS TOO SMALL
(B) STEPS TOO LARGE

B43S1F17

4.6 – Modulation PCM Differentielle (DPCM)

Dans les signaux audio, et plus particulièrement dans les signaux de la parole, les basses fréquences prédominent. Cela s'applique également à des signaux vidéo: les transitions brusques de luminosité dans l'image sont l'exception, une répartition équitable de la luminosité est la règle. Ainsi, pour les deux signaux audio et vidéo, souvent, des échantillons consécutifs diffèrent peu en valeur. Pour cette raison, il est plus avantageux de coder non pas la valeur de l'échantillon lui-même, mais la différence entre un échantillon et le précédent. C'est ce qu'on appelle la modulation différentielle d'impulsions codées.

La Fig.18 donne un schéma de l'équipement nécessaire. Dans chaque intervalle d'échantillonnage, l'échantillon est comparé avec une approximation à l'échantillon précédent dans un amplificateur différentiel. La différence est quantifiée et codée.

Le signal codé est alors transmis.
Le signal d'entrée échantillonné est temporairement conservé dans une mémoire analogique pour une utilisation dans le prochain cycle d'échantillonnage + différenciation.

Si le signal différentiel est codé en PCM, le récepteur se compose d'un décodeur PCM, plus un intégrateur (filtre passe-bas).

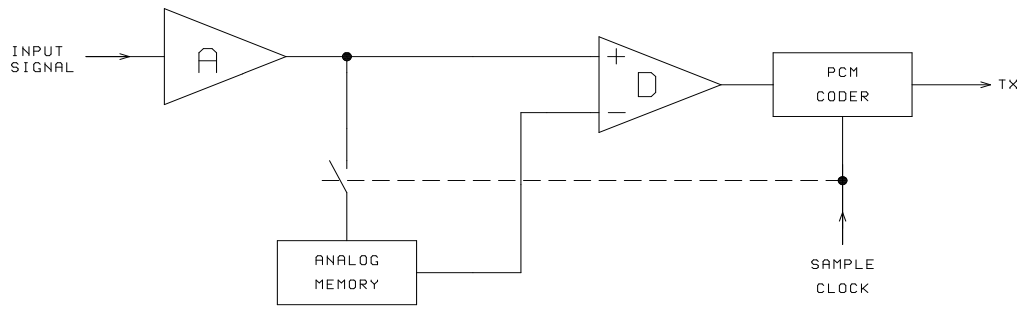


FIG.18 - BLOCK DIAGRAM OF A DPCM TRANSMITTER
B43S1F18

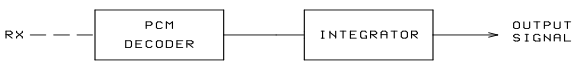


FIG.19 - BLOCK DIAGRAM OF A DPCM RECEIVER
B43S1F19

5 – DESCRIPTION DU BANC D'ESSAIS

La figure 20 représente la vue de face du banc d'essais et la figure 21 donne son schéma détaillé. Les divers blocs indiqués sont décrits dans ce qui suit:

1 – GÉNÉRATEURS DE TEMPS ET DE TONALITÉ AF: Ce bloc fournit la base de temps et les signaux de contrôle pour l'ensemble du banc à partir d'une source d'horloge contrôlée à quartz.
Un point de test portant le label "TRIGGER" délivre un signal permettant à un oscilloscope d'être synchronisé à n'importe quel signal du banc.

Ce bloc fournit également 4 signaux sinusoïdaux dans la bande audio, pour être utilisé comme sources de test AF à l'intérieur du système.
Les 4 sinusoïdes sont obtenues par la lecture cyclique d'une mémoire EPROM où les sinusoïdes sont stockées sous forme d'échantillons numériques. La technique de codage utilisée est le codage DELTA.

Chacune des 4 sources AF est séparément ajustable en amplitude de 0 à 5 Vpp par les potentiomètres P1 à P4.
Les Résistances Ajustables (Trimmers) P5 à P8 fixent le niveau maximum de chaque source.

2 - MULTIPLEXEUR PAM: Il s'agit d'un multiplexeur temporel à 4 canaux utilisant la technique PAM. Il accepte 4 entrées analogiques dans la bande de fréquence audio (5Vpp max.), Et construit un signal composite TDM qui est disposition sur le connecteur TX PAM.

Deux points de test de ce bloc permettent l'accès aux signaux de synchronisation de base de temps du fonctionnement de la TDM, respectivement le signal de synchronisation de canal (CANAL SYNC.) et le signal de synchronisation trame (FRAME SYNC.).
Le taux d'échantillonnage pour chaque canal est 4.8Kc / s.

3 - Démultiplexeur PAM: Ce bloc reçoit le signal PAM TDM du multiplexeur au connecteur d'entrée RX PAM et effectue la fonction complémentaire de reconstitution des 4 signaux audio, les rendant disponibles sur la sortie du canal l'AF.

Ce bloc se compose de deux étages principaux, dont le premier est le démultiplexeur et le second est un pack de 4 filtres actifs supprimant le bruit de haute fréquence. Quatre points de test, PAM1 ... .. PAM4 transportent les signaux de la sortie du premier étage avant filtrage.

4 - CODEUR PCM: Ce bloc est constitué essentiellement d'un convertisseur A / D rapide à 8-bits et d'un convertisseur parallèle-série (P / S) produisant

un signal de sortie série sur le connecteur TX PCM.
Le fonctionnement des convertisseurs A / D et et P / S sont synchronisés avec les multiplexeur et démultiplexeur PAM de manière à démontrer la transmission PCM TDM à 4 canaux de signaux analogiques.
Les détails du comment cela peut être effectué sera expliqué plus clairement au cours des exercices.

Le taux de conversion de l'étage de conversion A / D de ce bloc est de 19.2K échantillons / s, ce qui permet la transmission de 4 canaux avec un taux d'échantillonnage de 4.8Kc / s X 4 = 19.2Kc / s.
Le débit sur le connecteur PCM est 8 bits X 19.2Kc / s = 153.6Kbit / s

5 - DECODEUR PCM: Ce bloc réalise la conversion série-parallèle du flux de données série, reçue sur le connecteur RX PCM et effectue ensuite la conversion D / A synchrone de chaque octet (8-bits). Le signal disponible sur le connecteur de sortie est une réplique du signal appliqué sur le connecteur d'entrée AF du bloc de codage PCM, avec juste 2 trames de retard, dues respectivement à la conversion P / S dans l'étage encodeur et la conversion S / P dans l'étage Décodeur.

6 - MODULATEUR PWM-PPM: Ce circuit accepte un signal audio analogique sur son connecteur d'entrée AF et produit simultanément, le PWM et la PPM sur les connecteurs TX PWM et TX PPM.

7 - FILTRE DE DEMODULATION: les signaux PWM, ainsi que les signaux modulés DELTA et les signaux Différentiels exigent un filtrage passe-bas pour la démodulation. Ce bloc fonctionnel dispose de cette possibilité.
Les signaux à démoduler sont introduit sur le connecteur d'entrée PWM / DELTA / DIFF et le signal AF récupéré est mis à disposition sur le connecteur de sortie AF.
Ce filtre de démodulation a un contrôle de niveau par P11 et l'ajustement de la fréquence de coupure est réalisé par P12.
Un point de test AF non filtré, "unfiltered AF", est fournit pour montrer le signal avant la sortie du filtrage actif.

8 - CONVERTISSEUR PPM vers PWM: Comme indiqué ci-dessus, le signal PWM produit par le modulateur PWM / PPM peut être facilement démodulés par filtrage passe bas. Toutefois, le signal PPM ne peut pas être traité de la même manière. Le PPM signal doit d'abord être convertie en PWM, puis traité par le filtre.

Ce convertisseur PPM vers PWM fournit cette fonction. PPM TO PWM
9 - Modulateur Sigma-Delta: Ce bloc accepte une entrée audio analogique sur son connecteur d'entrée AF et produit un signal modulé sur le connecteur TX DELTA.

Ce modulateur fonctionne en associant chaque échantillon du signal modulant au précédent.
Un niveau élevé ou faible est transmis sur une ligne selon que la différence est positive ou négative.
10 - MODULATEUR DIFFERENTIEL: Ce bloc échantillonne le signal d'entrée analogique et produit la différence analogique entre chaque échantillon et le précédent.
La sortie de ce modulateur peut être envoyé au CODEUR / DECODEUR PCM pour mettre en place un système PCM DIFFERENTIEL (ou DPCM) ou directement démodulés dans le filtre de démodulation.

11 - Compander AF: Comme expliqué dans la première partie de ce manuel, des quantifications non-linéaires sont souvent utilisés avec la modulation numérique pour obtenir une bonne qualité de transmission des signaux analogiques.
Ce bloc offre un aperçu de la façon dont une loi de codage non-linéaire peut être mise en œuvre.

Le COMPRESSEUR convertit l'amplitude instantanée du signal d'entrée (sur le connecteur d'entrée AF) en une valeur compressée par le biais loi exponentielle approximative.
De cette façon, même des pics audio de grande amplitude peuvent être compressés à moins du 5Vpp qui est autorisé dans les modulateurs numériques du banc d'essai, sans saturation.

L'extenseur effectue l'opération inverse à la réception, au moyen d'une loi exponentielle complémentaire.

Le Compander AF peut aussi être démontrée de façon simple en connectant directement la sortie du compresseur à l'entrée de l'extenseur, sans l'utilisation d'un système de transmission entre les deux.

12 – Entrées d'alimentation : c'est la que l'alimentation en énergie électrique doit être connectée. Deux tensions stabilisées sont nécessaires, +15V et – 15V. Le courant maximum est inférieur a 100 mA.

13 – Simulateur de pannes: il consiste en un ensemble de 8 micro interrupteurs cachés par un couvercle en plastique. L'instructeur peut configure une panne parmi 8 possibilités en suivant les instructions données à la fin de ce manuel (pour l'instructeur seulement).
Pour un fonctionnement normal du banc, tous les interrupteurs doivent être en position OFF.

14 – Connecteur J1 : il permet de connecter le banc d'essais sur l'interface PC de simulation d'erreurs B1178 (optionnel), permettant de programmer des pannes et dépannages via un PC.

Le même connecteur permet la connexion sur le B1180 – laboratoire informatisé pour l'apprentissage de l'électronique.
Noter cependant, que l'utilisation complète du banc est possible sans l'utilisation du B1178 ou B1180.

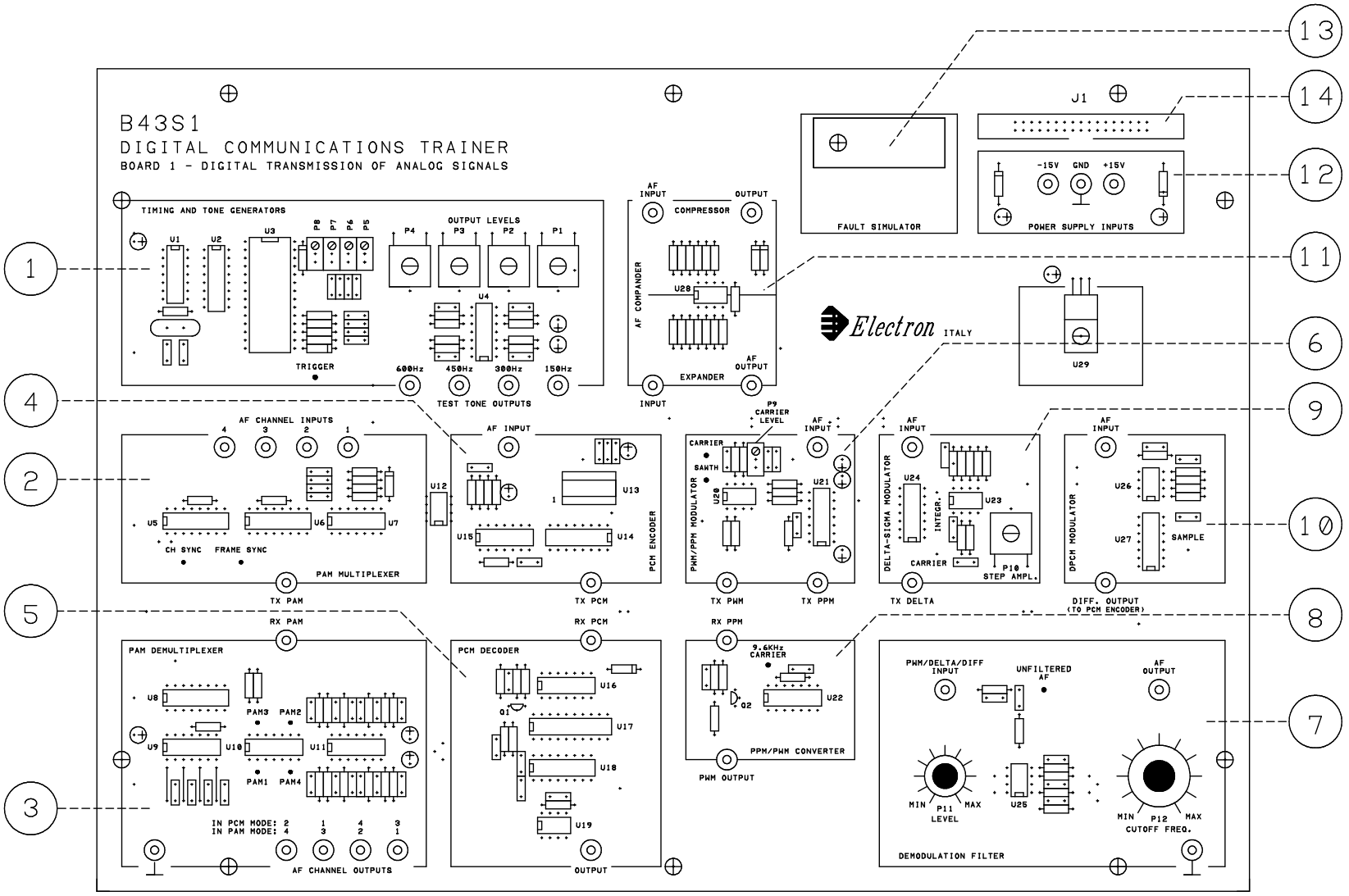
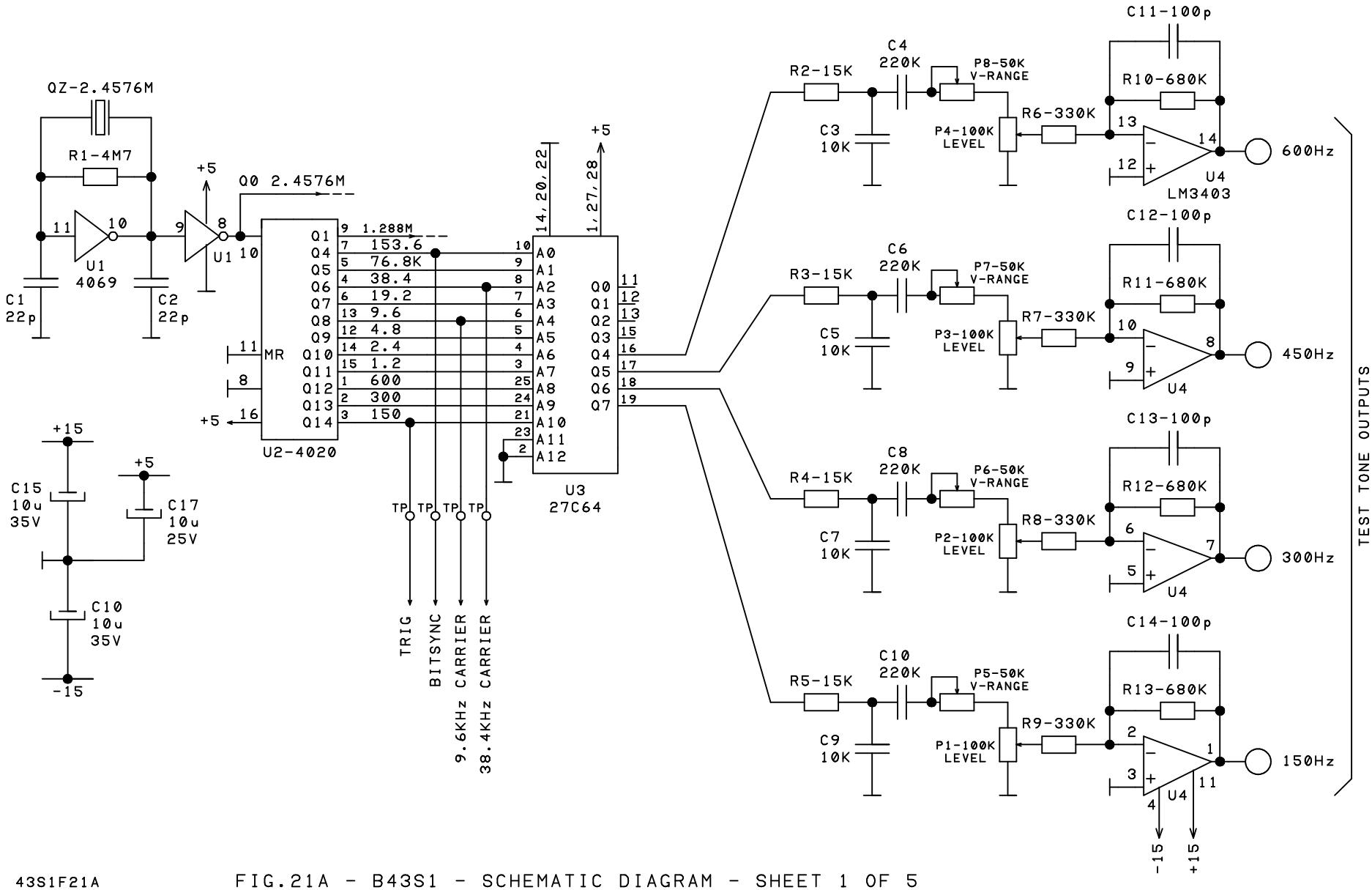


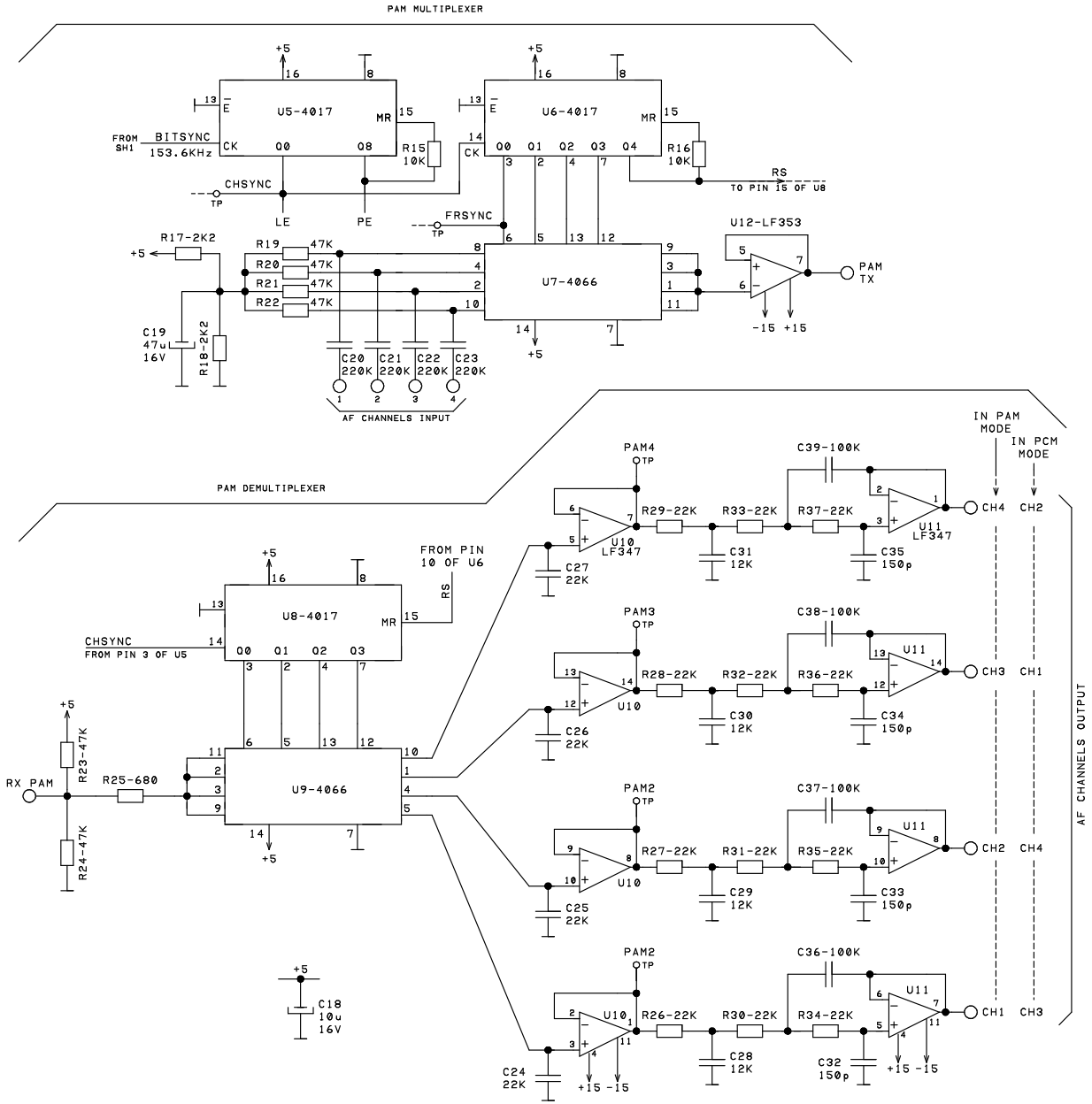
FIG.20 - FRONT VIEW OF THE TRAINER

B43S1F20



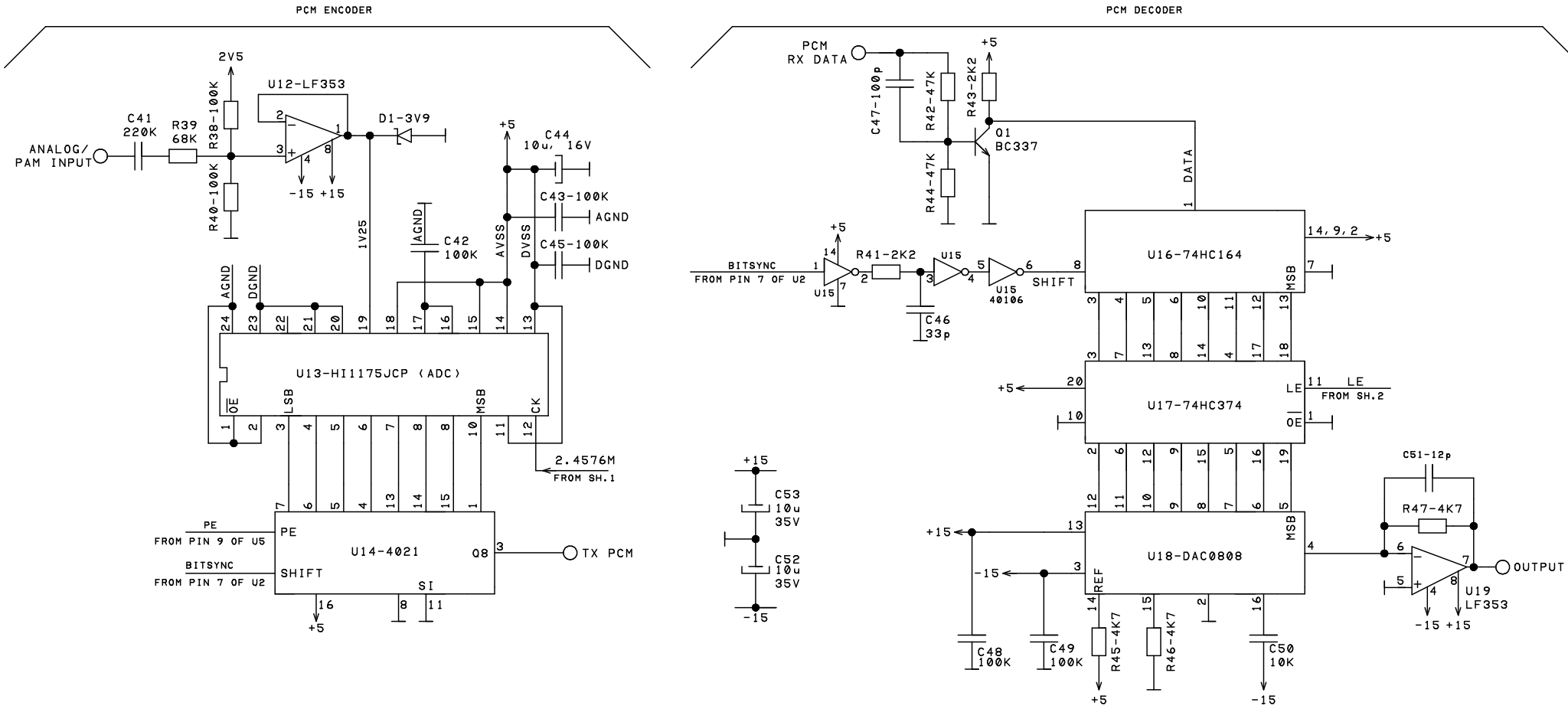
43S1F21A

FIG.21A - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 1 OF 5



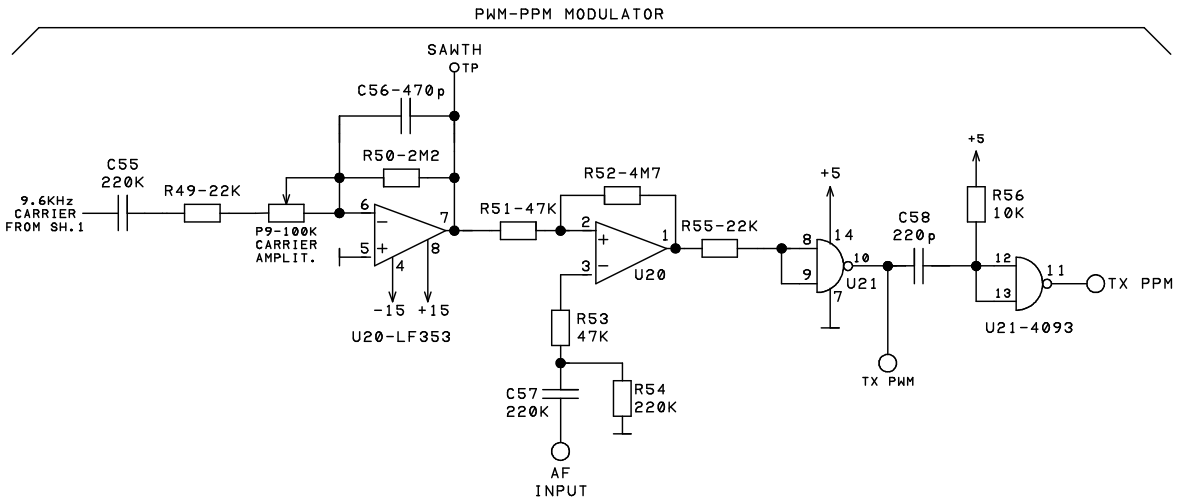
43S1F21B

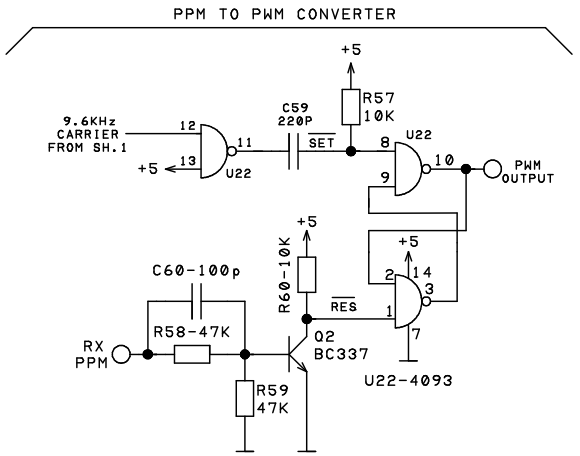
FIG.21B - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 2 OF 5

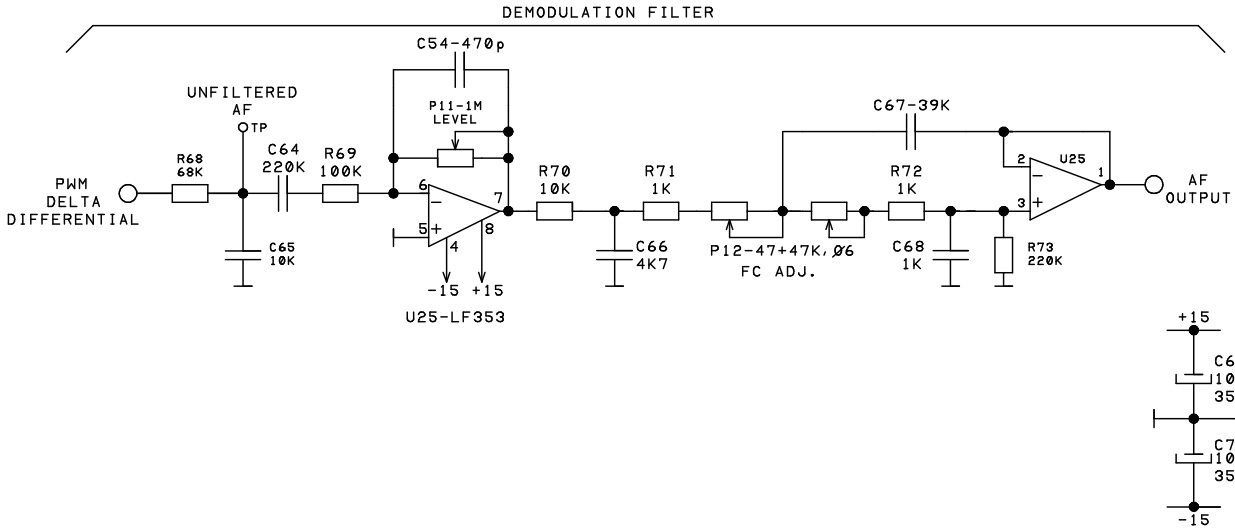


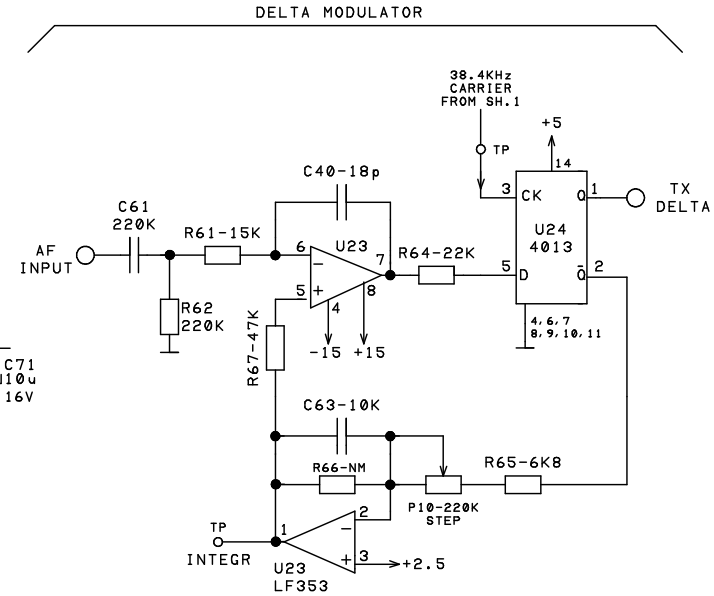
43S1F21C

FIG.21C - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 3 OF 5









43S1F21D

FIG.21D - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 4 OF 5

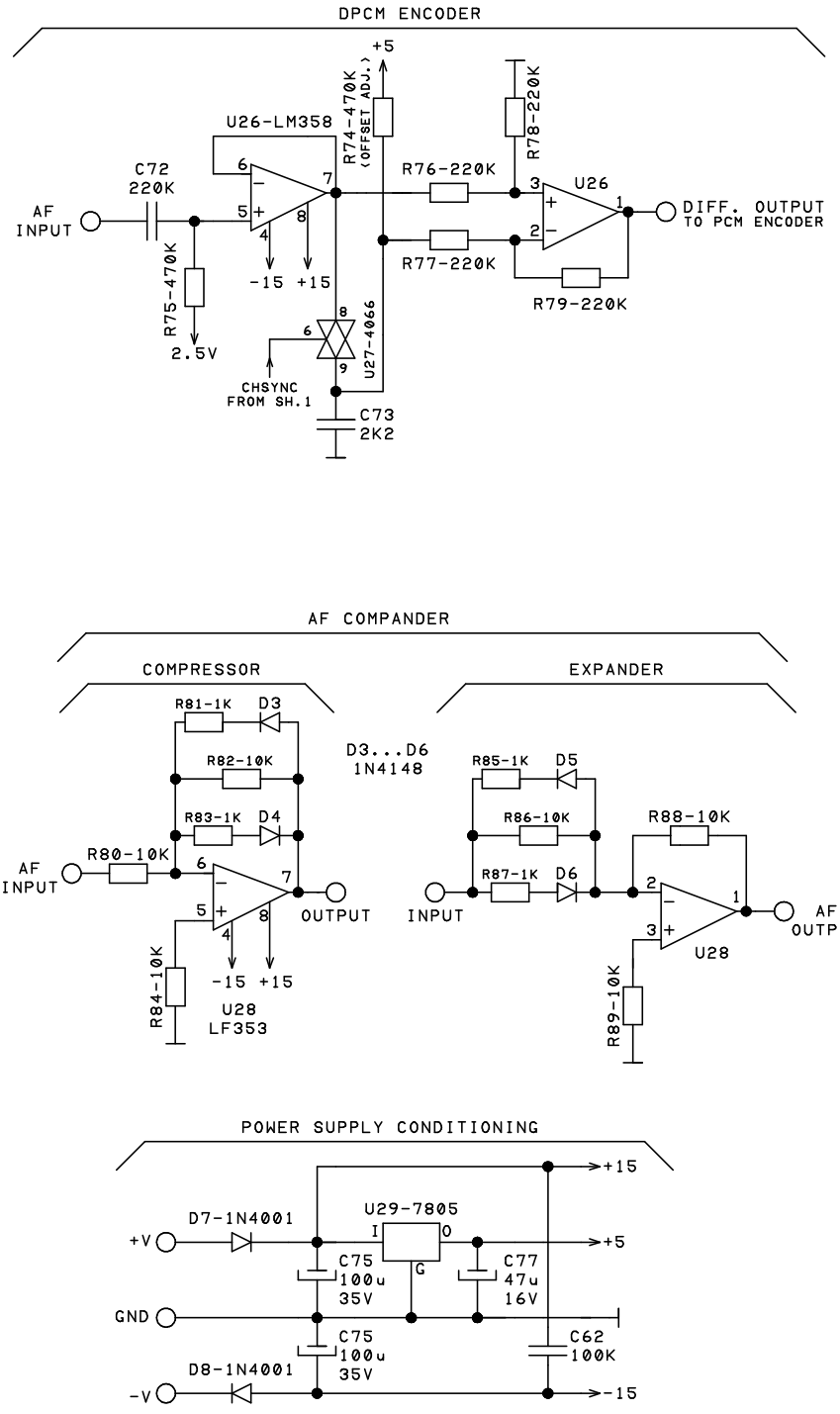


FIG.21E - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 5 OF 5

43S1F21E

PAGE VIERGE

6- Activités

6-1 – Activité 1: PAM TIME-DIVISION MULTIPLEX

La figure 22 montre le câblage du banc d'essais. Cette démonstration reflète les principes des techniques PAM et TDM expliquées dans la partie initiale de ce manuel.

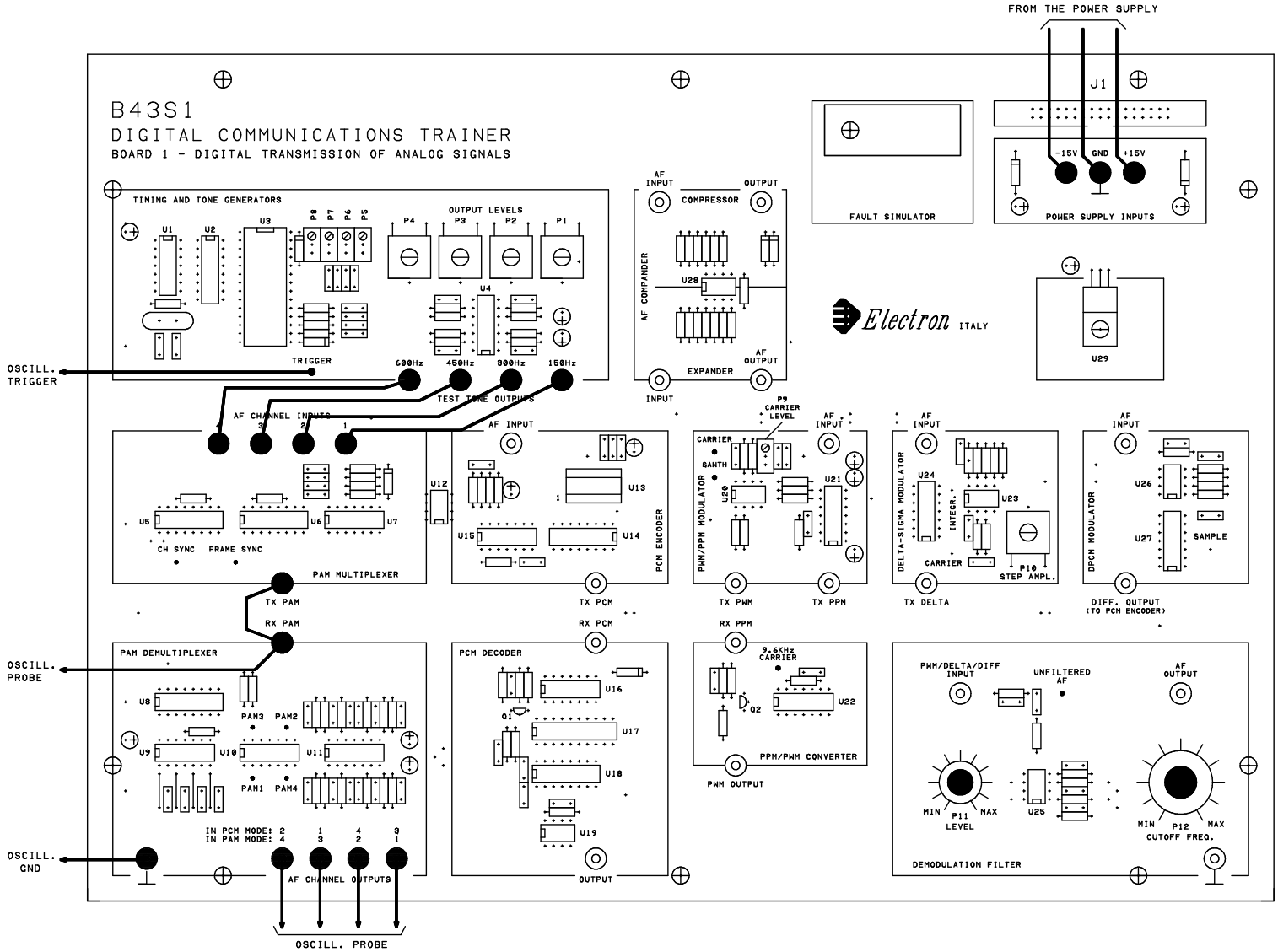


FIG.22 - SETUP FOR WORKSHEET No.1 - PAM-TDM OPERATION

B43S1F22

6-2 – Activité 2: Opération PCM de base

La figure 23 montre la configuration du banc recommandée.

Ici, l'une des sorties de test est reliée à l'entrée de l'encodeur PCM.
En affichant les deux signaux de l'entrée et de la sortie reconstituée sur un oscilloscope double traces, un retard insignifiant peut être observé. Ceci est du a la conversion Parallèle – Série dans l'encodeur PCM (1 Top d'horloge) et a la conversion série – parallèle dans le décodeur (encore 1 Top d'horloge)

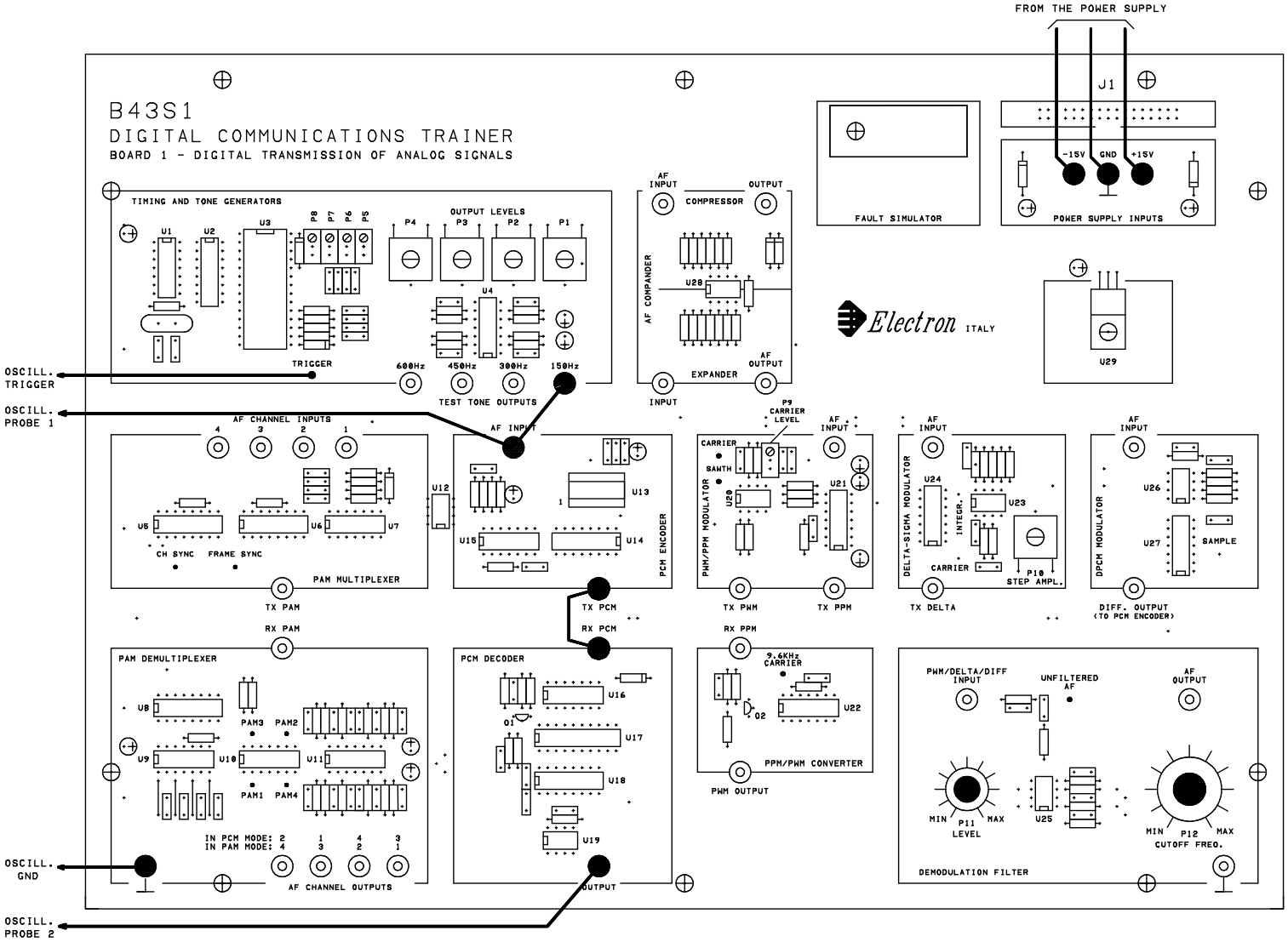


FIG.23 - SETUP FOR WORKSHEET No.2 - BASIC PCM OPERATION

B43S1F23

6-3 – Activité 3 : Modulation par Impulsion Codée MIC (PCM TIME-DIVISION MULTIPLEX)

La figure 24 montre la configuration de cette expérience.

Noter que, en raison du délai inhérent de la sortie par rapport a l'entrée dans les systèmes PCM (en raison des conversions parallèle / série et série / parallèle), les canaux de sortie du démultiplexeur PAM sont décalés de deux positions.

En d'autres termes : le signal à l'entrée de canal AF No.1 se retrouve a la sortie n ° 3, a l'entrée N ° 2, à la sortie n ° 4, etc.: I3 = O1, I4 = O2.
Ceci est en accord avec les observations dans l'activité No.2.

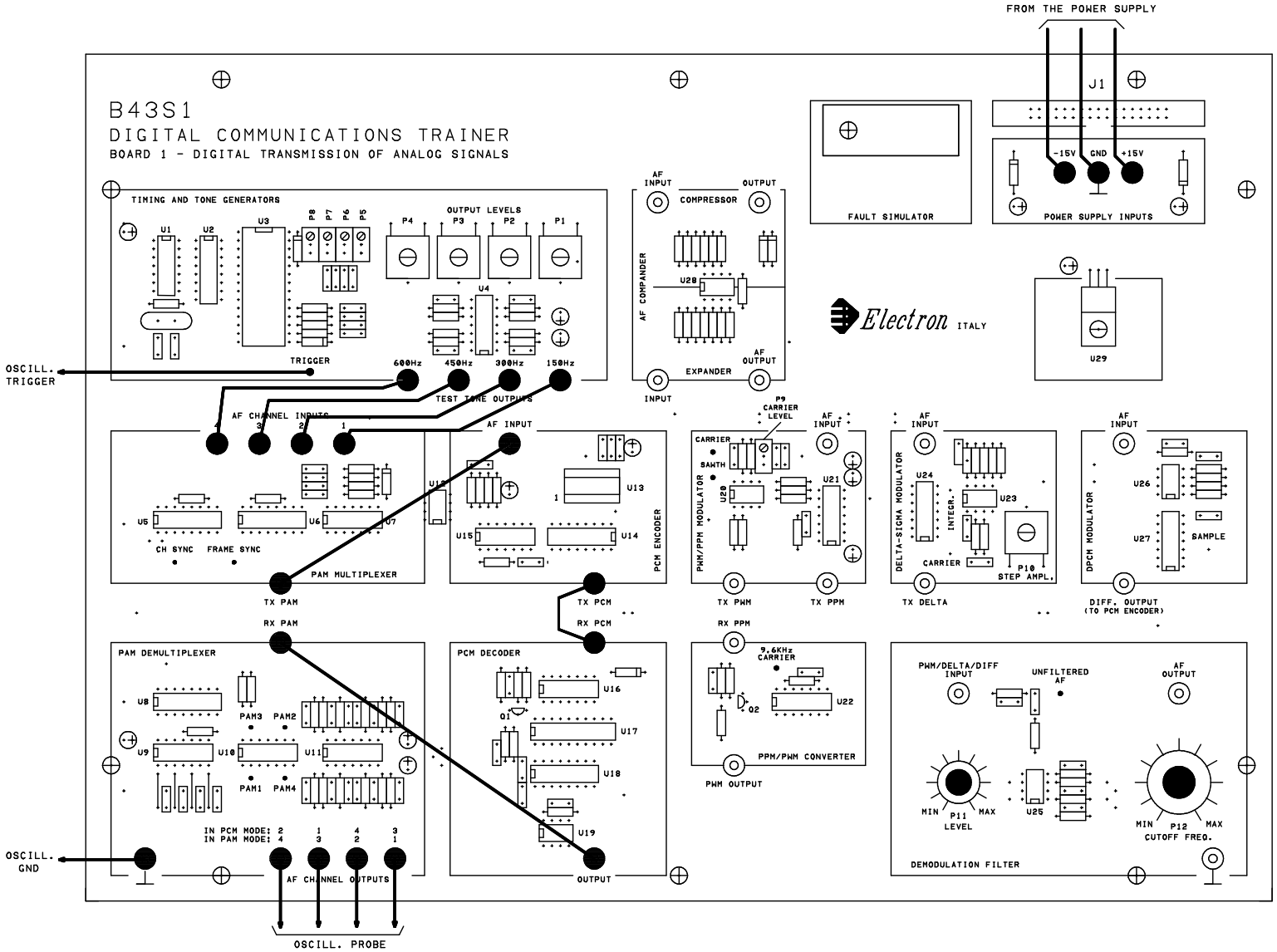


FIG.24 - SETUP FOR WORKSHEET No.3 - PCM-TDM OPERATION

B43S1F24

6-4 – Activité 4 : Modulation de largeur d'impulsions MLI. (PWM : Pulse Width Modulation)

La figure 25 montre le montage de l'expérimentation.

La démonstration consiste en l'étude du filtre de démodulation intégré dans le banc.

Note: le fonctionnement du système de la PWM repose sur la précision de la dent de scie générée dans le banc d'essais (Point de Test "SAWTH").

La porteuse doit être suffisamment élevé pour moduler l'entrée sans saturation mais pas au point d'éviter une trop grande réduction de l'indice de modulation (le plus élevé, la porteuse en dent de scie, le plus bas, le changement de largeur par unité d'amplitude du modulant AF).

Ajustez le trimmer P9 si nécessaire: avec l'entrée au maximum (5Vpp), tourner P9 dans le sens des aiguilles d'une montre juste assez pour avoir un signal sans distorsion au point de test AF non filtré "unfiltered AF" du filtre du démodulateur.

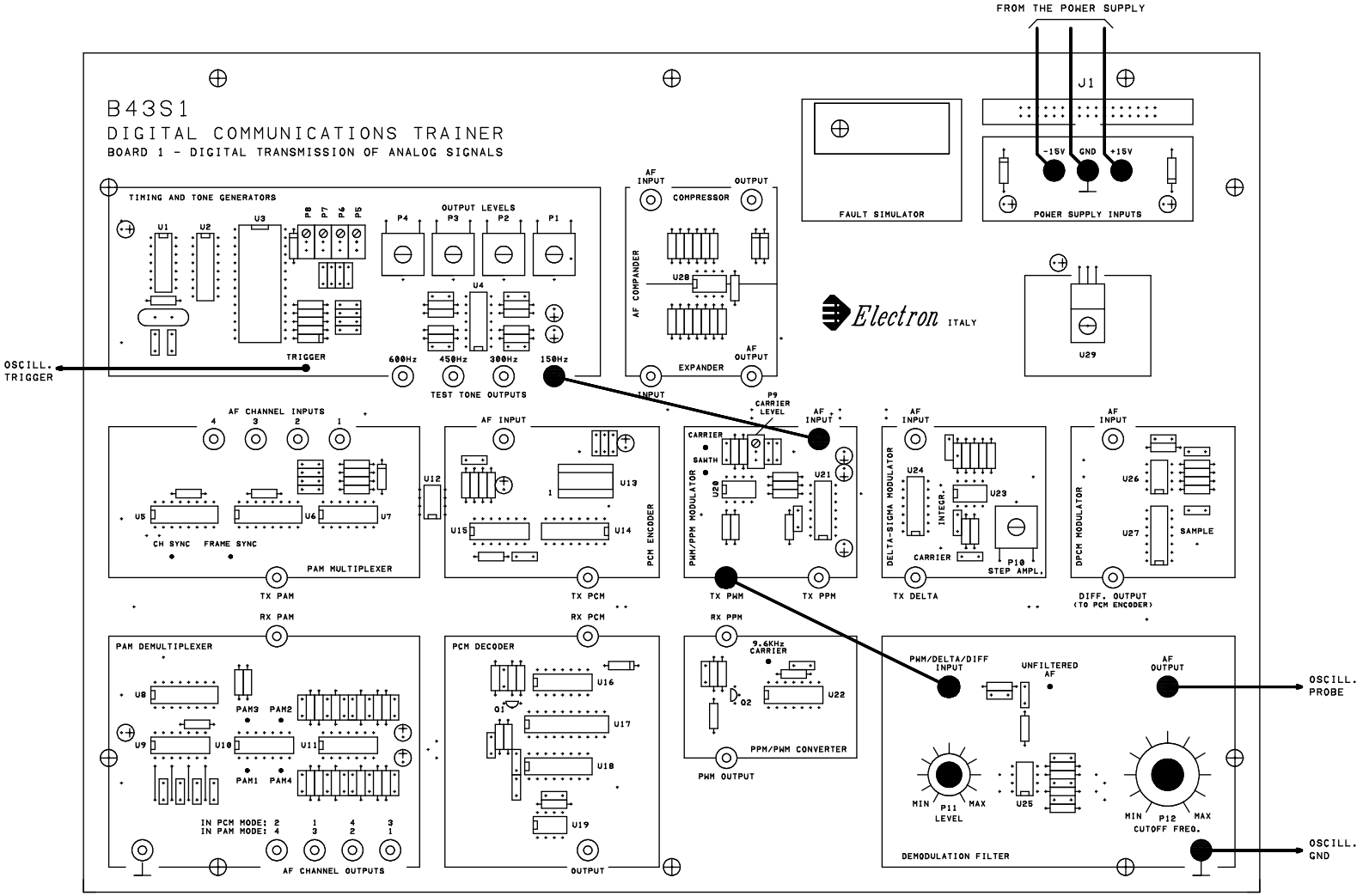


FIG.25 - SETUP FOR WORKSHEET No.4 - PWM OPERATION

B43S1F25

6-5 – Activité 5 : Modulation d'impulsions en position (PPM : Pulse Position Modulation)

La figure 26 montre la configuration de cette expérience. La sortie PPM du modulateur est reliée à l'entrée du convertisseur PPM/PWM.
Après le processus de conversion, le signal est démodulé comme une PWM régulière. (Voir Activité 4).

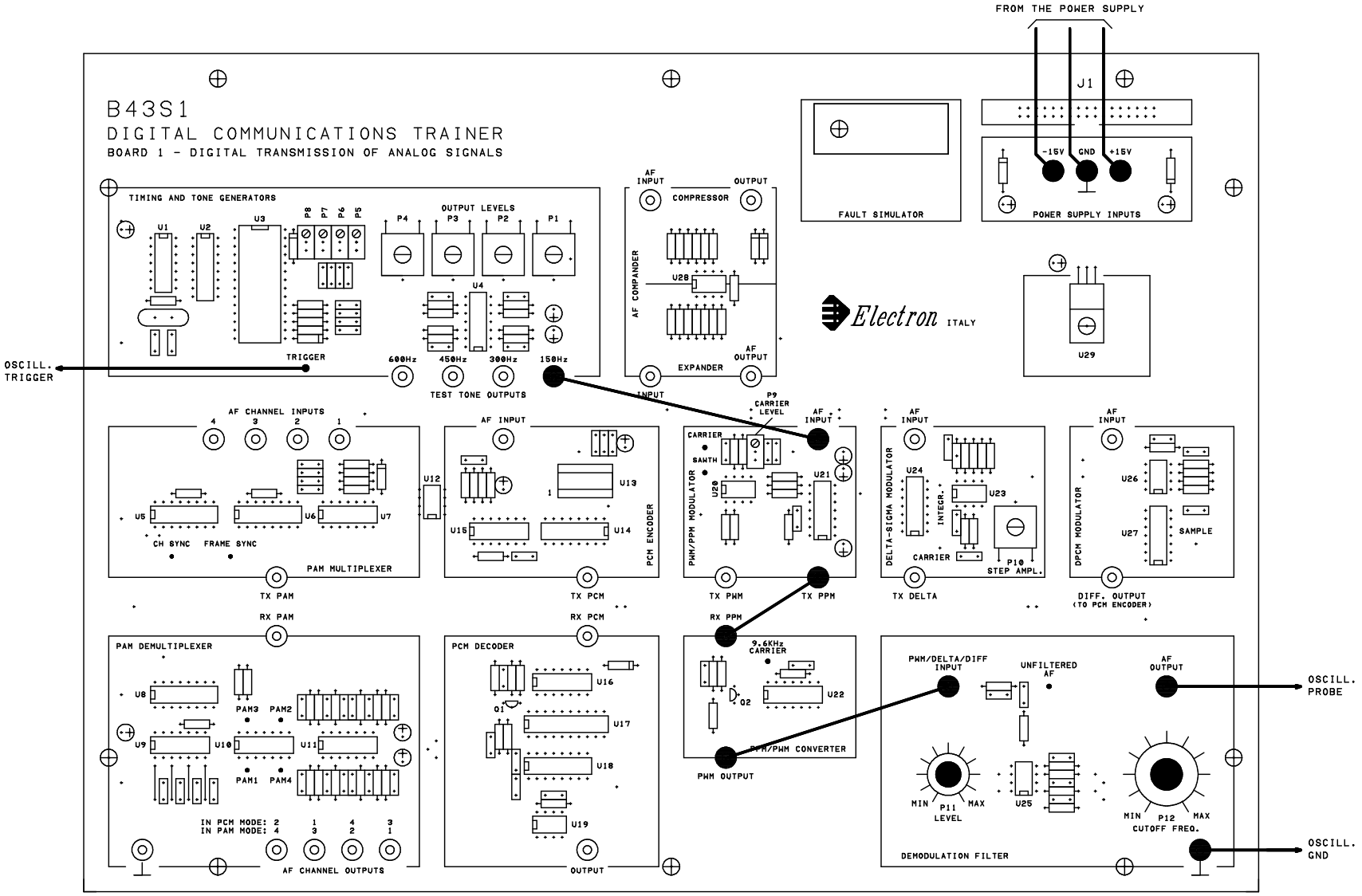


FIG.26 - SETUP FOR WORKSHEET No.5 - PPM OPERATION

B43S1F26

6-6 – Activité 6: Modulation DELTA

La figure 27 montre la configuration recommandée.

Noter l'effet du réglage des différents pas d'amplitude (P10). Placez la sonde de l'oscilloscope sur le point de test AF non filtré "unfiltered AF" du filtre démodulateur, puis de trouver le meilleur réglage pour P10.

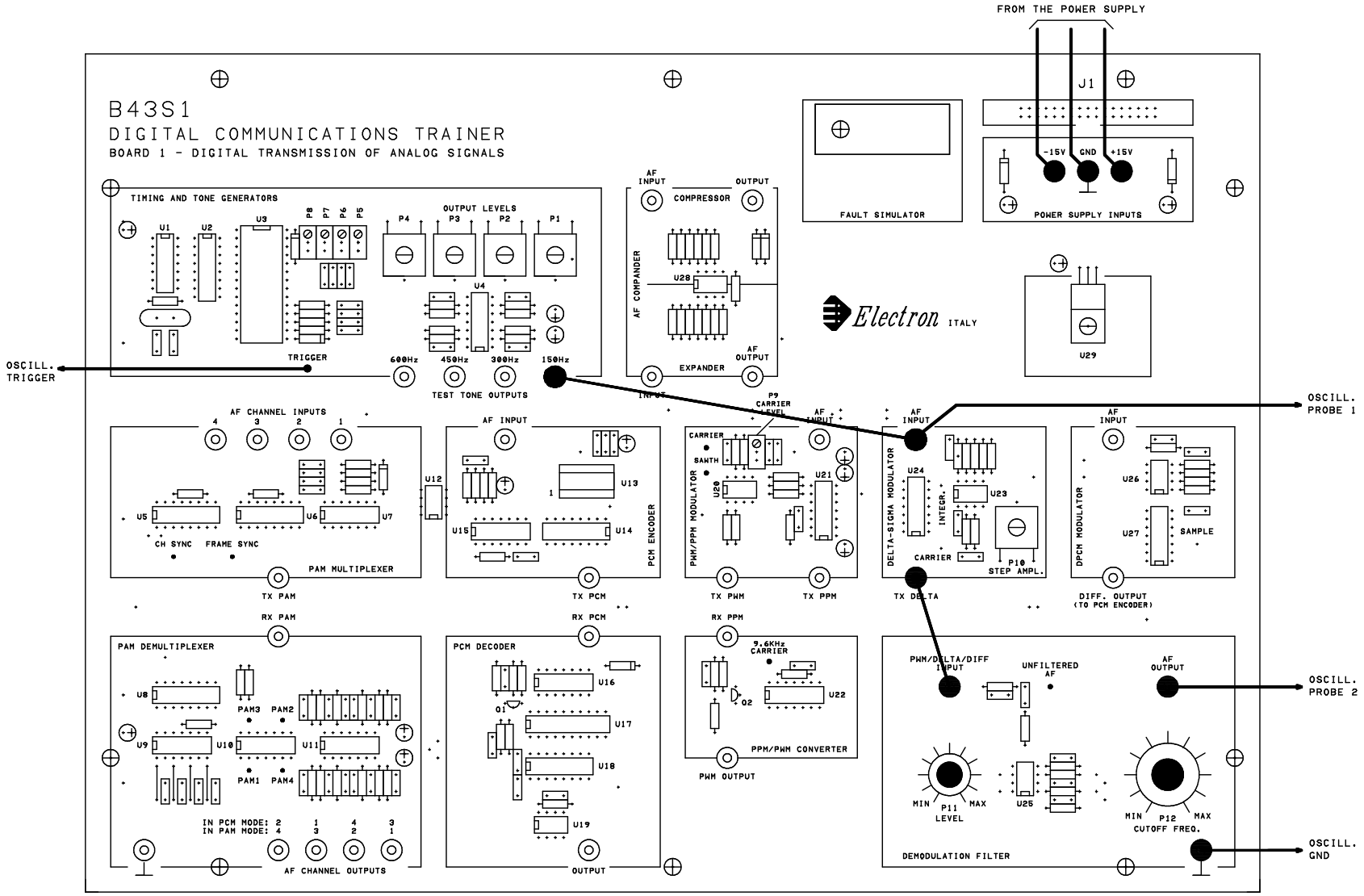


FIG.27 - SETUP FOR WORKSHEET No.6 - DELTA MODULATION

B43S1F27

6-7 – Activité 7: Modulation Différentielle.

Utiliser le montage de la figure 28 pour cette expérience.

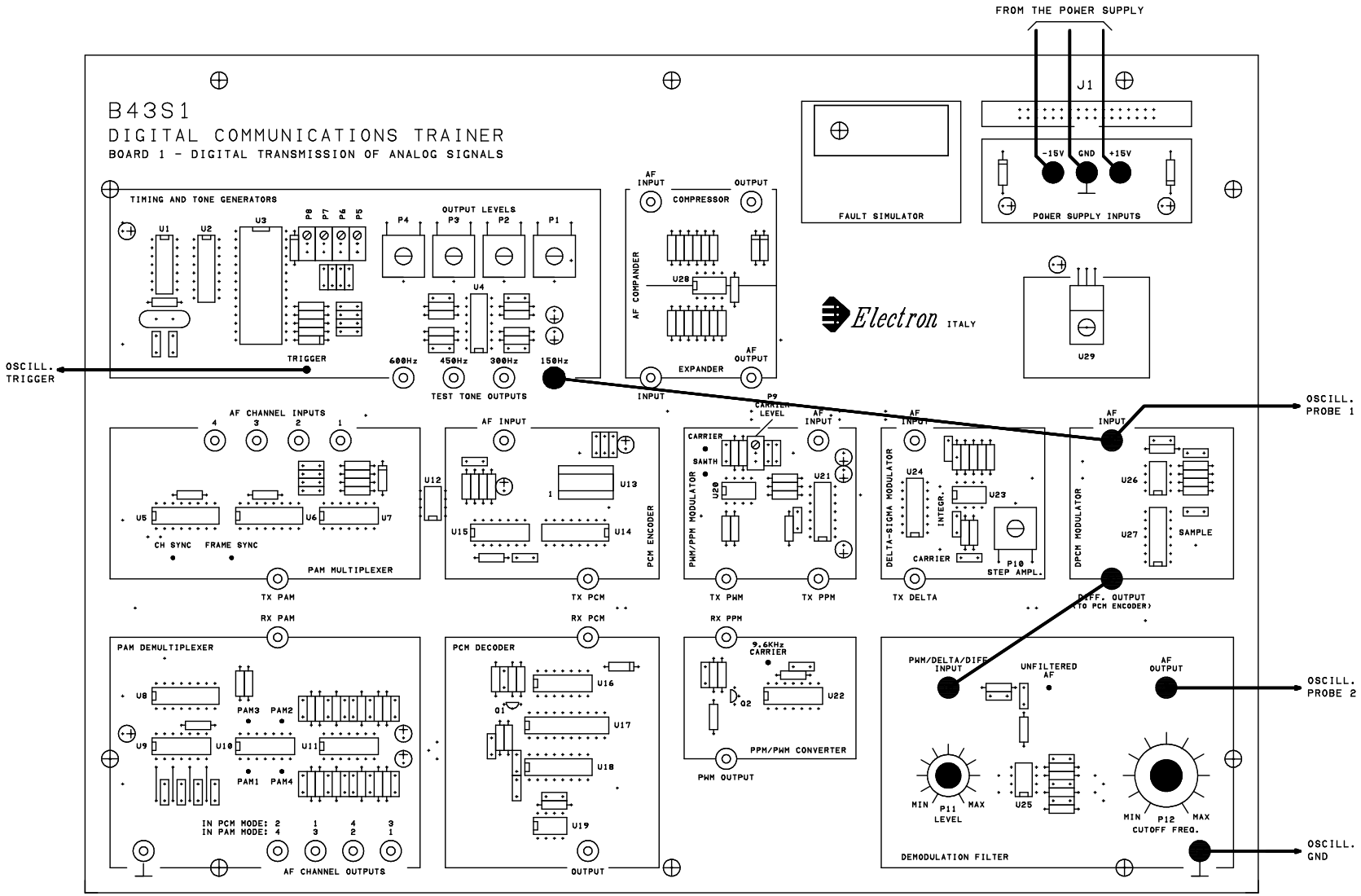


FIG.28 - SETUP FOR WORKSHEET No.7 - DIFFERENTIAL MODULATION

B43S1F28

6-8 – Activité 8 : DPCM

Utiliser le montage de la figure 29 pour cette expérience.

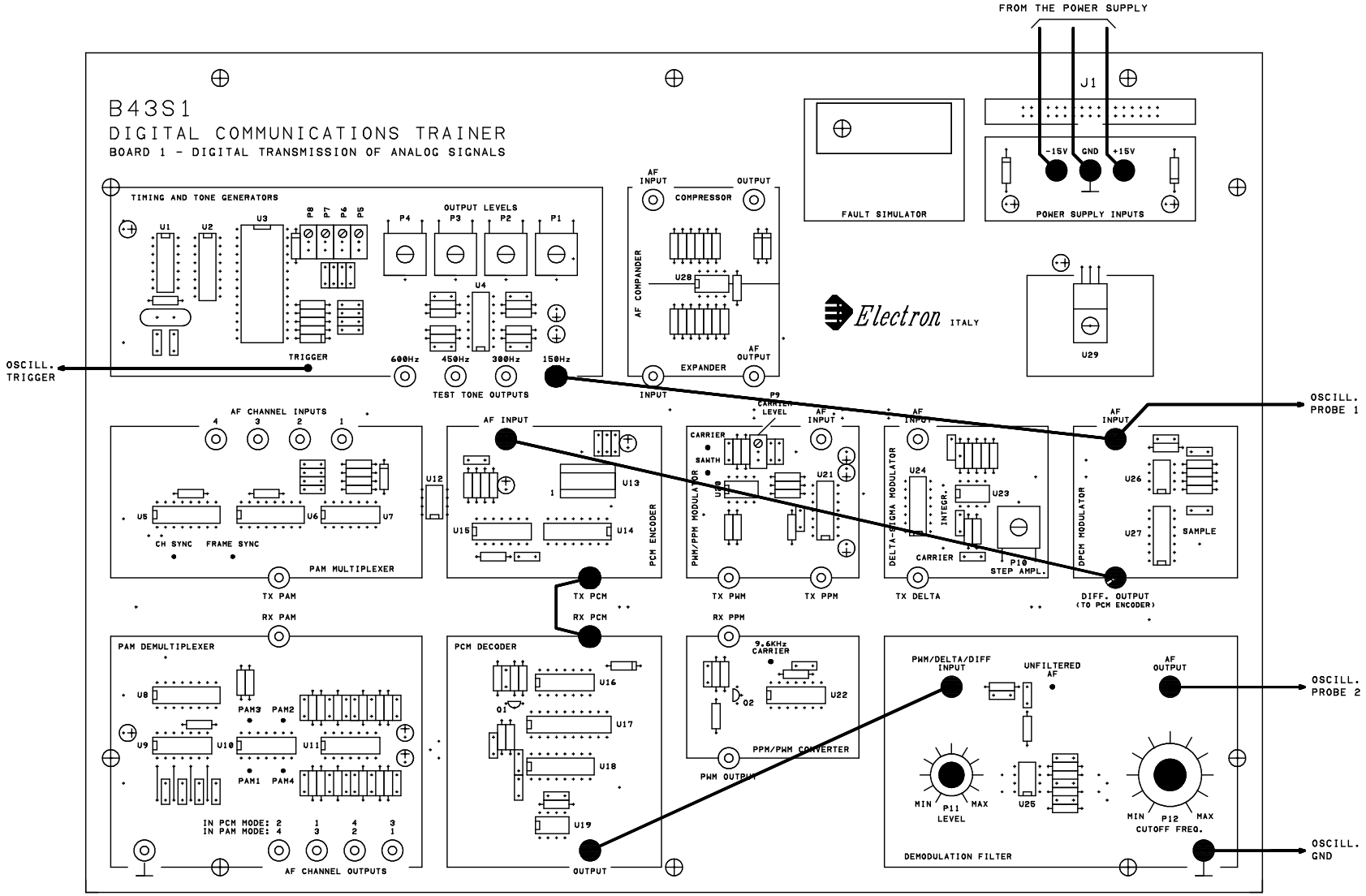


FIG.29 - SETUP FOR WORKSHEET No.8 - DPCM

B43S1F29

6-9 – Activité 9 : le COMPANDER (compresseur- extenseur) AF.

Une simple démonstration du fonctionnement du compresseur-extenseur peut être donnée avec la mise en place du montage de la figure n ° 30. Lorsque le signal compressé de sortie est directement relié à l'entrée de l'extenseur.

La figure n ° 31 ci-dessous montre le même dispositif utilisé avec le système de transmission PCM.

Un tel montage devrait permettre une bonne qualité de transmission audio de pics allant jusqu'à 15, 20 V sur le canal PCM qui accepte un niveau d'entrée maximum de 5 Vpp.

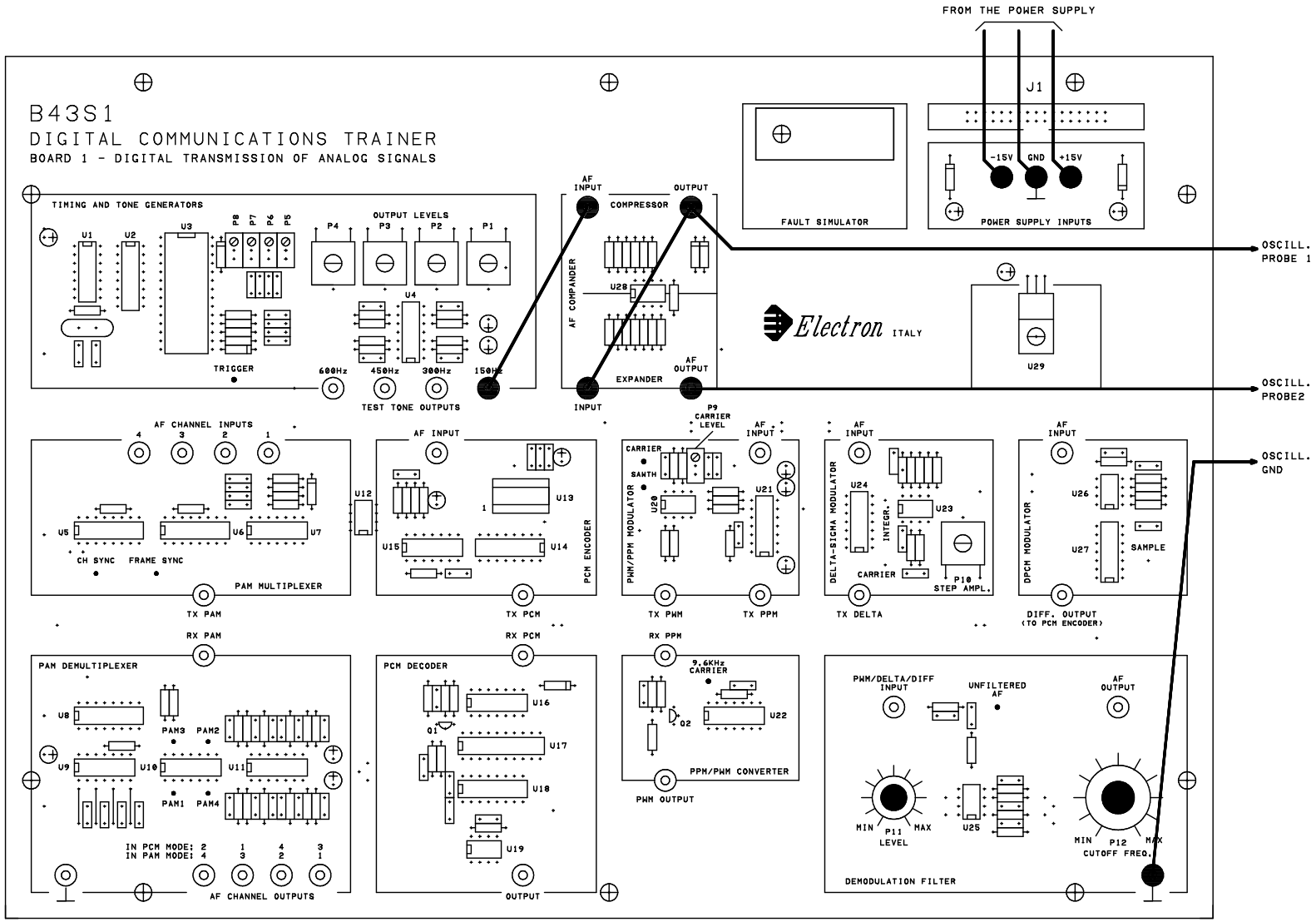


FIG.30 - SETUP (1) FOR WORKSHEET No.9 - THE AF COMPANDER

B43S1F30

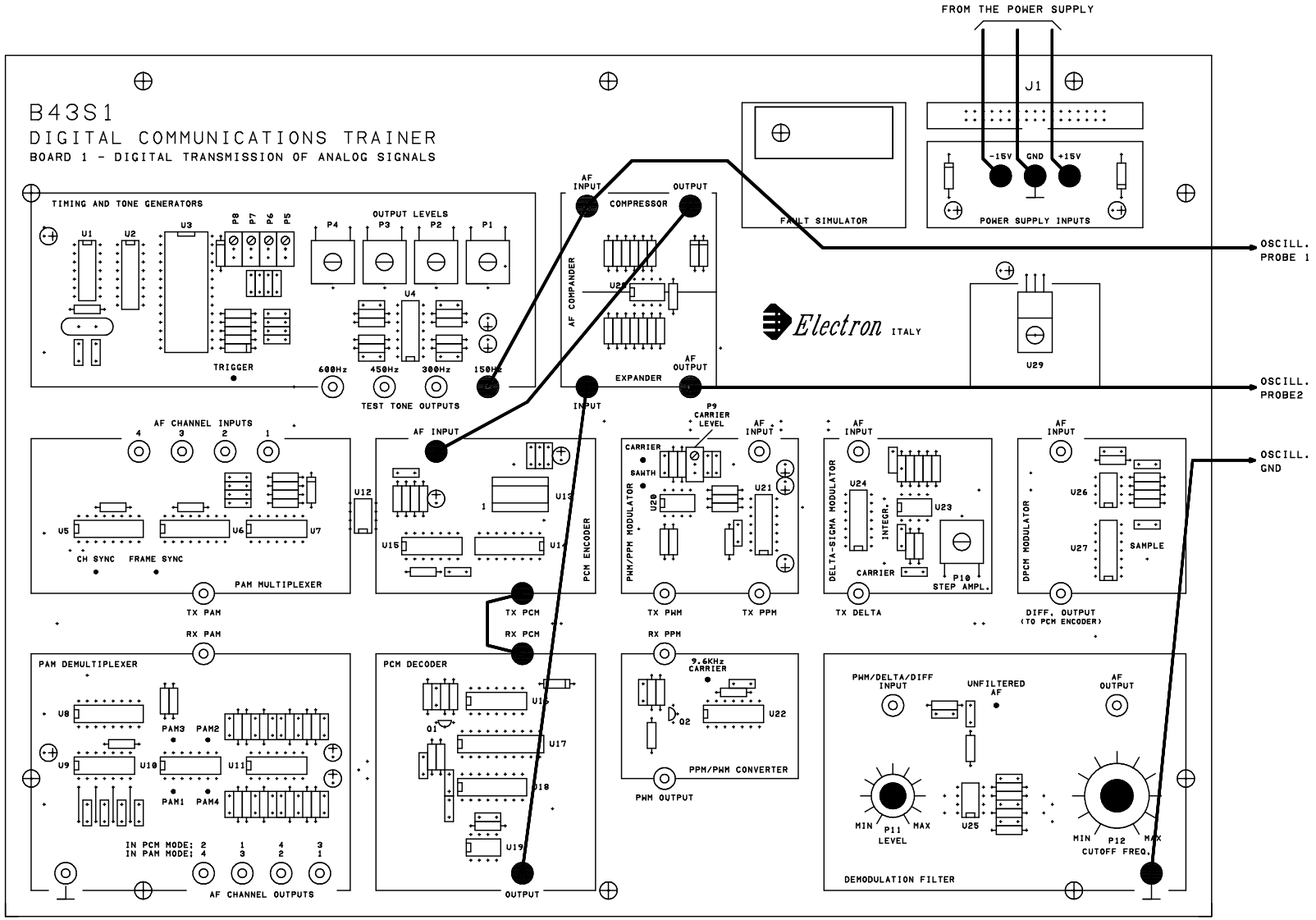


FIG.31 - SETUP (2) FOR WORKSHEET No.9 - THE AF COMPANDER

B43S1F31

PAGE VIERGE

6-10 – Activité 10 : Transmission dans un environnement bruité.

Cet exercice doit être considérée comme facultatif, car il nécessite l'utilisation du banc d'essai B43S2 qui comprend un simulateur canal de transmission avec générateur de bruit artificiel.

S'il est disponible, le simulateur de canal de transmission doit être placé entre les sorties des modulateurs / émetteurs et les entrées des récepteurs / démodulateurs correspondants, par exemple, entre les connecteurs TX PAM – RX PAM ou TX PCM – RX PCM ou TX PWM - RX PWM, etc.…

Cela permettra l'observation de la dégradation progressive de la qualité du signal démodulé en fonction de l'augmentation du niveau de bruit artificiel.

PAGE VIERGE

7- Dépannage des pannes simulées

Le système comprend un simulateur de pannes. Il est possible d'avoir total de 8 défauts.

Une simulation de panne consiste à placer un court circuit dans un point sélectionné en vue de provoquer un problème de fonctionnement.
Ces défauts sont non destructifs et sont simulées. En d'autres termes, il est prévu que l'étudiant exerce sa compréhension du fonctionnement du circuit pour localiser d'abord la zone touchée, puis raisonne sur la façon dont une défaillance des divers composants de cette zone pourrait générer l'erreur. Pour s'acquitter de cette tâche avec succès, l'élève devrait utiliser l'oscilloscope et le multimètre.

L'instructeur provoque des pannes par le positionnement d'un ou plusieurs des commutateurs situés sous un couvercle de plastique sur la face avant du banc d'essai.

Aucune panne n'intervient quand tous les commutateurs sont ouverts (OFF).
En plus de ce système de simulation manuel, l'unité B1178 (facultatif) et le logiciel dédié offre la possibilité de dépannage par PC du banc d'essais B43S2. L'interface PC de simulation de pannes B1178 doit être raccordée au connecteur J1 de la partie supérieure droite du pupitre.

Il est évident que tous les interrupteurs simulateurs de pannes doivent être en position OFF (pas de pannes) pour que l'unité fonctionne correctement.

Quand le banc d'essais est utilisé dans notre laboratoire d'électronique assisté par ordinateur (code B1180), le connecteur J1 permet de lier ce dernier au banc de l'étudiant et les défauts peuvent être contrôlés par l'instructeur via son PC qui est lié au banc d'essais de chaque étudiant.

Il est intéressant de noter que l'utilisation de ce banc en liaison avec la B1178 et B1180 n'est pas obligatoire et l'utilisation de toutes ses possibilités est possible en mode "manuel".

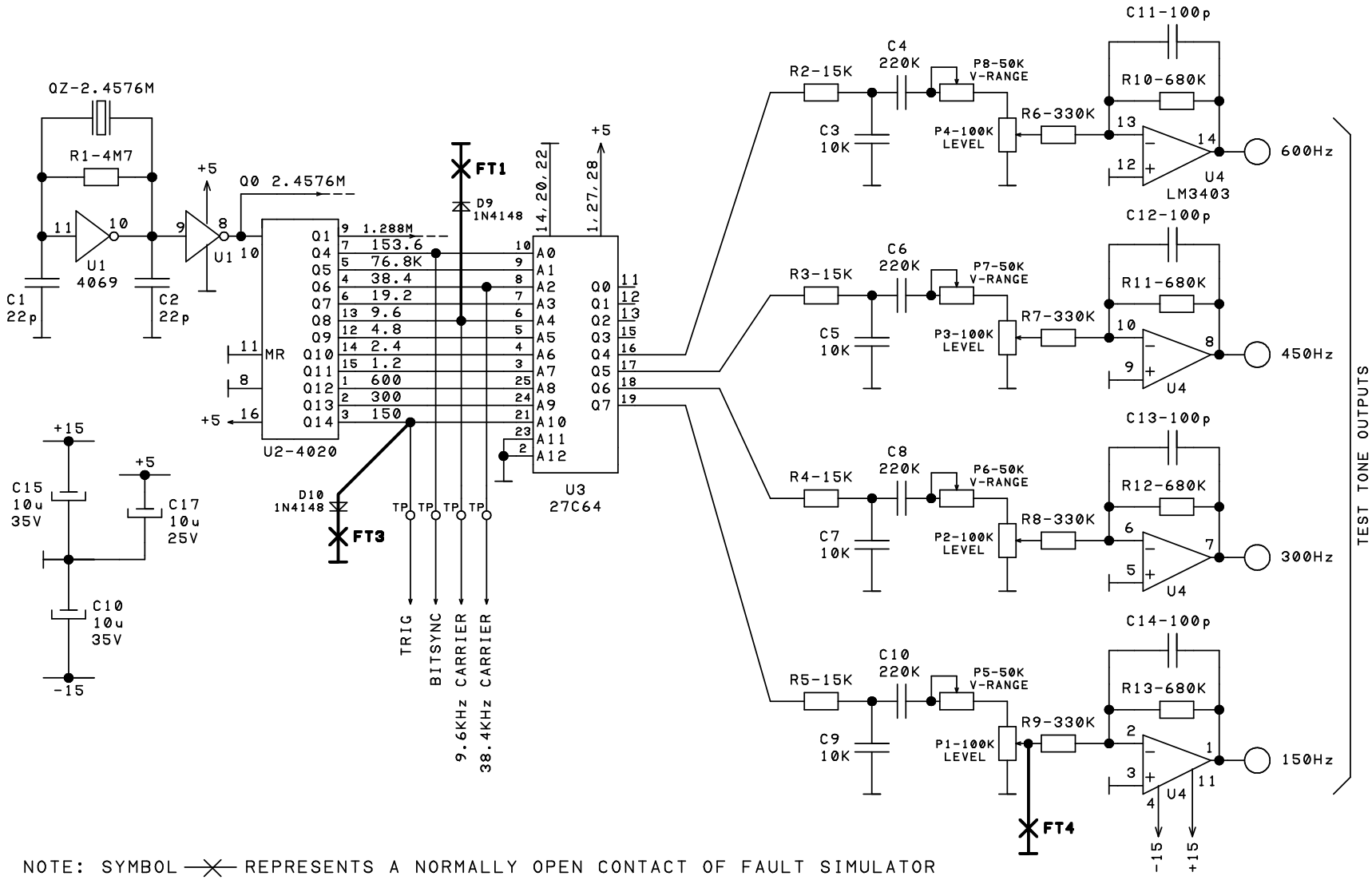
En cas de simulation manuelle de pannes, les étudiants doivent évidemment trouver par déduction la solution et non pas simplement regarder sous le couvercle pour découvrir la solution à la panne.

PAGE VIERGE

8- Liste des défauts simulables

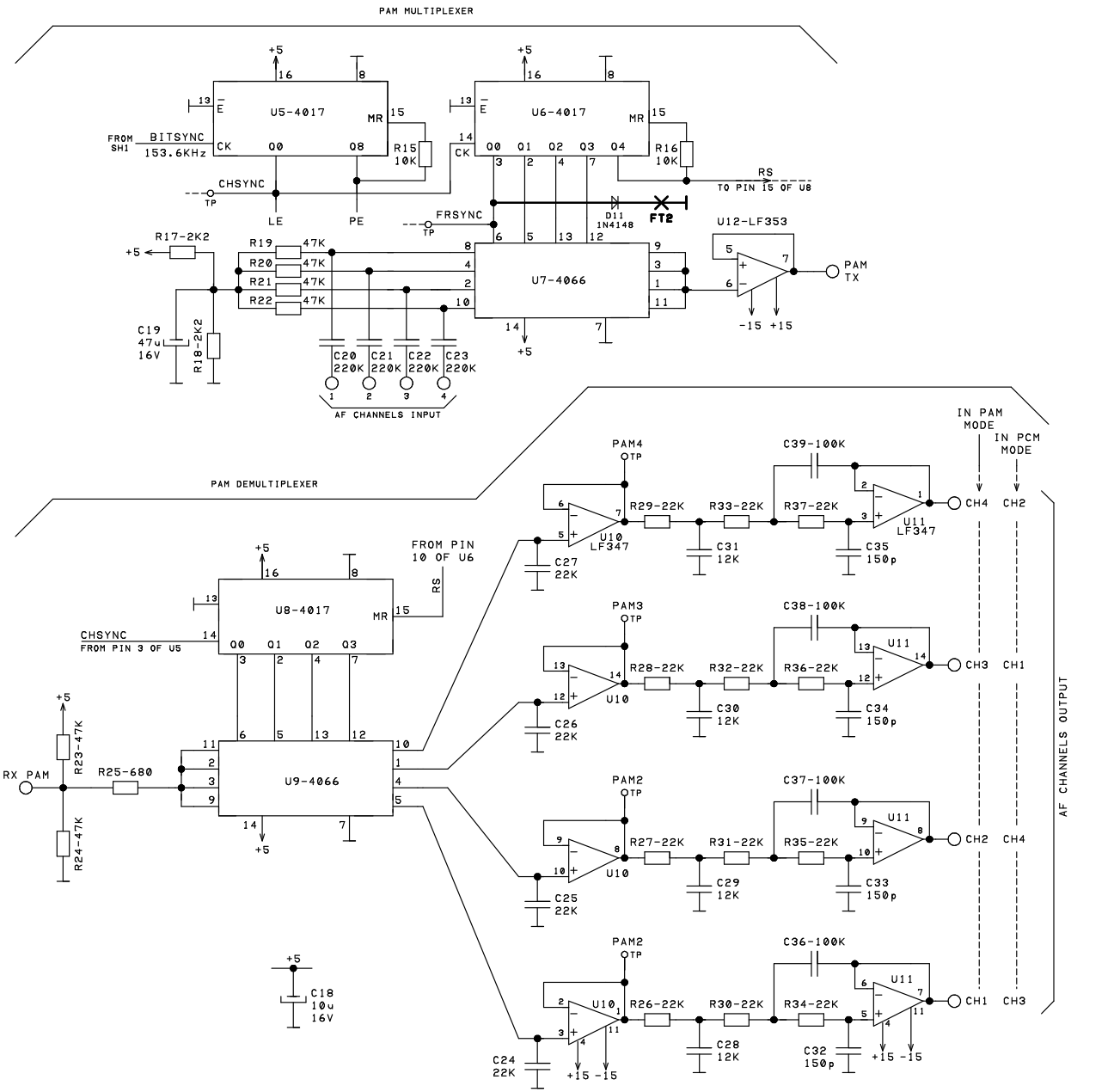
Dans ce qui suit, on donne une liste des défauts simulables mise a la disposition de l'instructeur seulement. Pour la localisation de ces défauts, voir aussi le schéma qui suit cette section (Fig. 32).
Pour une utilisation correcte de ce banc (pas d'erreurs) s'assurer que tous les simulateurs d'erreurs (interrupteurs) sont en position OFF (ouvert).

Défaut 1	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse la ligne de porteuse de 9.6KHz à travers une diode de protection. Ce signal est utilisé par le modulateur PWM/PPM ainsi que le modulateur DELTA. Cette simulation de panne rend ces étages inopérants.
Défaut 2	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse à travers une diode la patte 6 de U7. Cette patte est ligne de contrôle de l'un des commutateurs analogiques du multiplexeur PAM. Le canal 1 du système PAM-TDM est par conséquent interrompu du côté de la transmission.
Défaut 3	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse le point de test du signal TRIGGER à travers une diode. En plus, dans le but de rendre le trigger de l'oscilloscope instable, ce défaut fait en sorte que le signal du générateur de tonalité devient irrégulier, car la ligne d'adresse A10 du générateur à EPROM est bloquée à un niveau bas.
Défaut 4	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse le contact curseur de P1, contrôle de niveau du générateur de tonalité de 150Hz.
Défaut 5	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse l'entrée de donnée DATA de U24, la bascule du modulateur DELTA. Aucun signal modulé ne quitte cet étage.
Défaut 6	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse les pattes 8 et 9 de U21 dans le modulateur PWM/PPM. Cet étage devient alors inopérant.
Défaut 7	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse la patte 12 de U16 dans le récepteur PCM. Cette patte porte l'un des bits de sorties du convertisseur Série / parallèle, ou les bits d'entrées du convertisseur numérique analogique CNA. La sortie du CNA est alors incorrecte.
Défaut 8	Un contact normalement ouvert de ce simulateur d'erreur met à la masse l'entrée du filtre du démodulateur. Cet étage est alors incapable de faire passer le signal de l'entrée vers la sortie.



NOTE: SYMBOL —⨯— REPRESENTS A NORMALLY OPEN CONTACT OF FAULT SIMULATOR

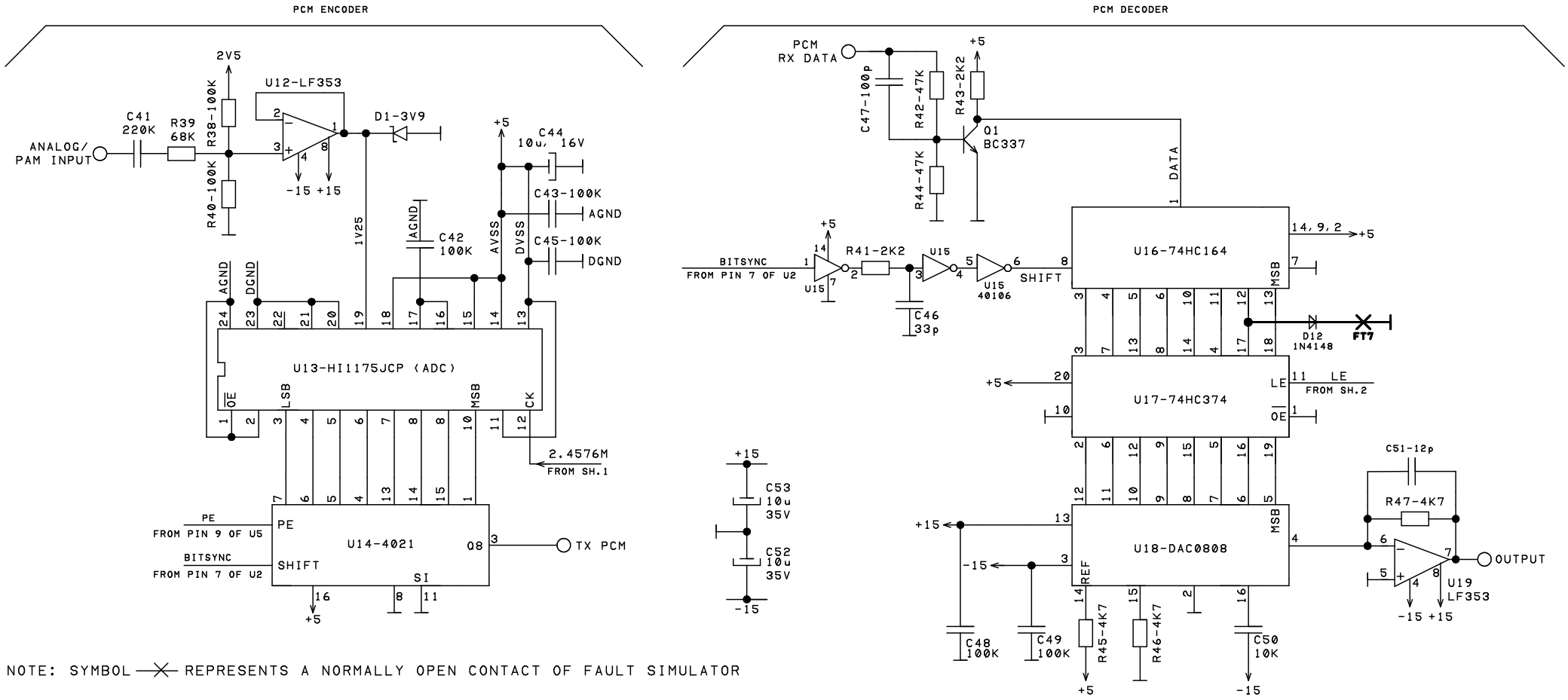
43S1F32A FIG.32A - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 1 OF 5



NOTE: SYMBOL ⨯ REPRESENTS A NORMALLY OPEN CONTACT OF FAULT SIMULATOR

FIG.32B - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 2 OF 5

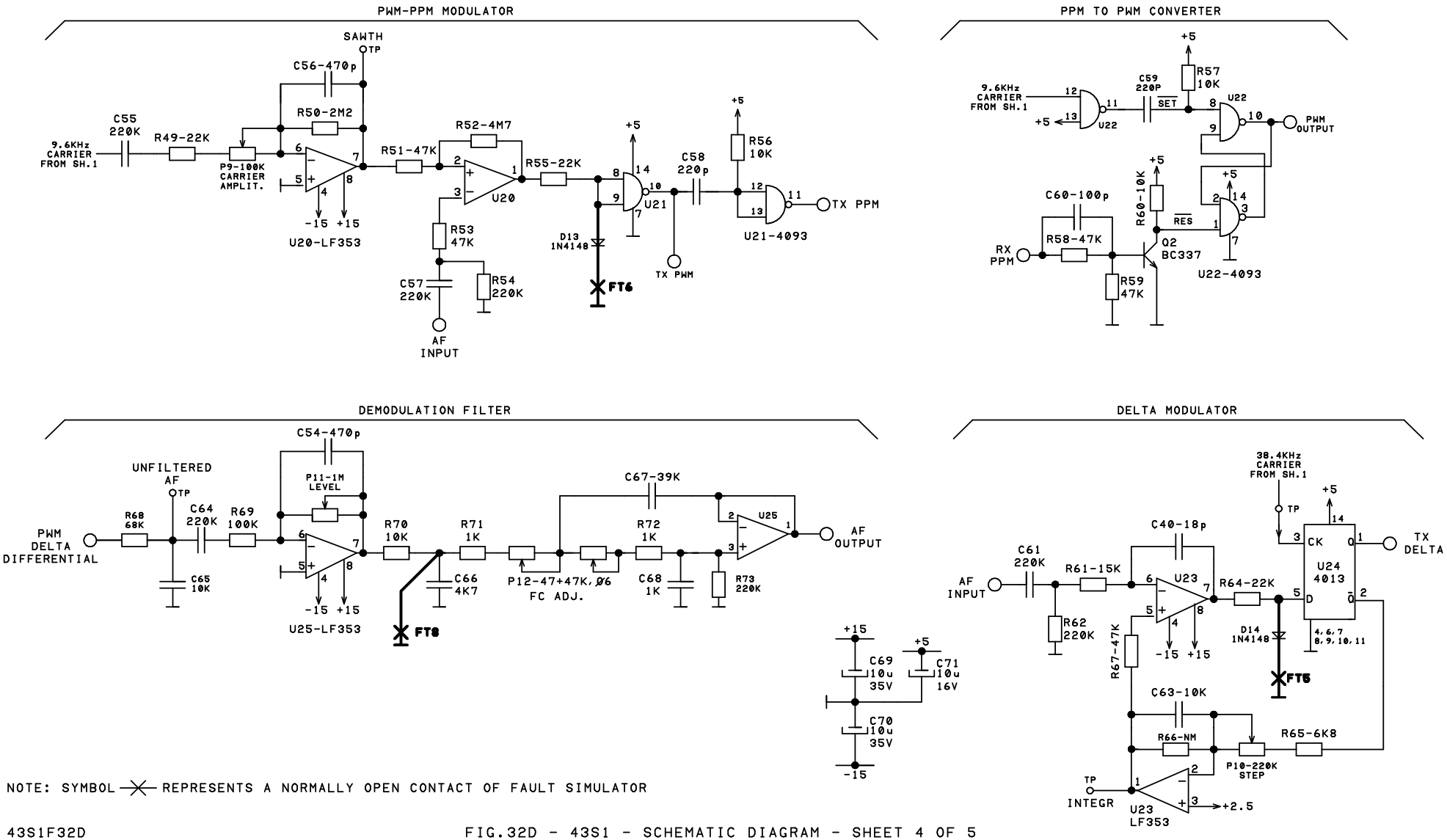
43S1F32B



NOTE: SYMBOL —⨯— REPRESENTS A NORMALLY OPEN CONTACT OF FAULT SIMULATOR

43S1F32C

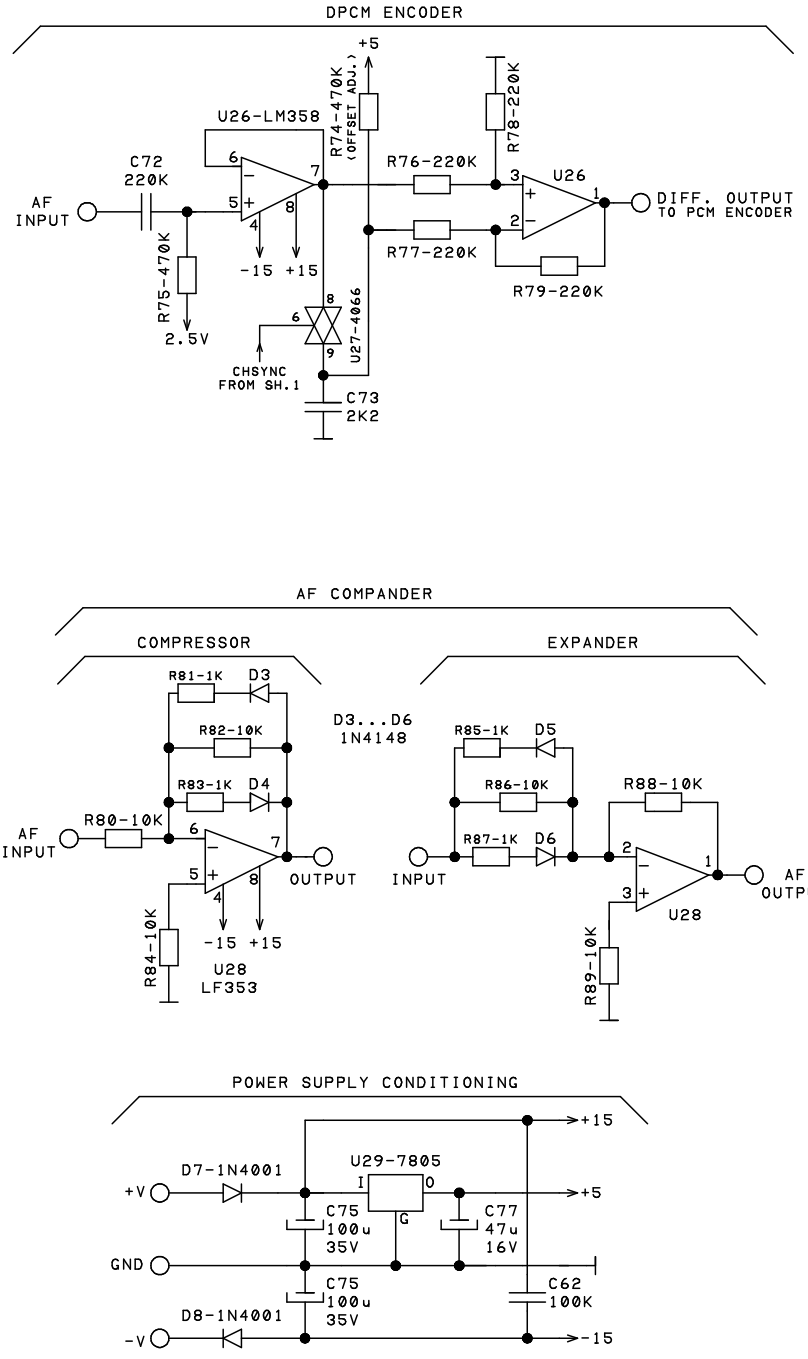
FIG.32C - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 3 OF 5



NOTE: SYMBOL ⨯ REPRESENTS A NORMALLY OPEN CONTACT OF FAULT SIMULATOR

43S1F32D

FIG.32D - 43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 4 OF 5



NOTE: SYMBOL —⨯— REPRESENTS A NORMALLY OPEN CONTACT OF FAULT SIMULATOR

43S1F32E FIG.32E - B43S1 - SCHEMATIC DIAGRAM - SHEET 5 OF 5